

Liamara Vargas Bidinha

**ANÁLISE DO INTERESSE DE USO DE UM SERVIÇO DE
TRANSPORTE AUXILIAR INTEGRADO AO SISTEMA DE
TRANSPORTE PÚBLICO DE FLORIANÓPOLIS PARA O
DESLOCAMENTO DE PASSAGEIROS NO CENTRO DA
CIDADE**

Dissertação submetida ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia de
Produção da Universidade Federal de
Santa Catarina para a obtenção do
Grau de Mestre em Engenharia de
Produção

Orientador: Prof. Dr. Antônio Sérgio
Coelho

Florianópolis
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária
da UFSC.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Bidinha, Liamara Vargas

ANÁLISE DO INTERESSE DE USO DE UM SERVIÇO DE TRANSPORTE
AUXILIAR INTEGRADO AO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE
FLORIANÓPOLIS PARA O DESLOCAMENTO DE PASSAGEIROS NO CENTRO
DA CIDADE / Liamara Vargas Bidinha ; orientador, Antônio
Sérgio Coelho - Florianópolis, SC, 2014.

111 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção.

Inclui referências

1. Engenharia de Produção. 2. transporte público. 3.
planejamento de sistemas de transporte. 4. equilíbrio em
redes de transporte. I. Coelho, Antônio Sérgio. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Produção. III. Título.

Liamara Vargas Bidinha

**ANÁLISE DO INTERESSE DE USO DE UM SERVIÇO DE
TRANSPORTE AUXILIAR INTEGRADO AO SISTEMA DE
TRANSPORTE PÚBLICO DE FLORIANÓPOLIS PARA O
DESLOCAMENTO DE PASSAGEIROS NO CENTRO DA
CIDADE**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Florianópolis, 07 de março de 2014.

Prof.^a Lucila Maria de Souza Campos, Dr.^a
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Antônio Sérgio Coelho, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Mirian Buss Gonçalves, Dr.^a
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Sérgio Fernando Mayerle, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Vanina Macowski Durski Silva, Dr.^a
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho a minha mãe
Lires Vargas.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Antônio Sérgio Coelho, em primeiro lugar, pela orientação e confiança nestes dois anos de mestrado.

Aos professores membros da Banca Examinadora, Prof. Sérgio Fernando Mayerle, Prof.^a Mirian Buss Gonçalves e Prof.^a Vanina Macowski Durski Silva.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia de Produção e da Secretaria da Pós-Graduação em Engenharia de Produção pelo solícito atendimento às minhas solicitações.

Aos colegas do ORLab – Thiago, Leonardo, Silviana, Louis, João e Daniel – pela disposição em ajudar, dividir o conhecimento e pelo apoio nos momentos de desânimo e também ao NPLog por proporcionar a troca de experiências e um incrível aprendizado.

À minha mãe Lires, que em todas as fases da minha vida sempre me apoiou e aos meus irmãos Eleine e Vicente. Ao meu namorado Edson, pela paciência e compreensão nos momentos em que estive ausente no final do meu trabalho e a todos os meus amigos que sempre me apoiam e torcem pelo meu sucesso. Muito obrigada!

“Podemos escolher o que semear, mas somos
obrigados a colher o que plantamos.”
(Provérbio Chinês)

RESUMO

O presente trabalho tem o objetivo de apresentar uma análise do interesse do usuário de transporte público de Florianópolis a uma nova alternativa de serviço. Será estudada a viabilidade e o interesse deste usuário na implantação de um serviço de transporte coletivo auxiliar integrado ao sistema de transporte urbano para o deslocamento de passageiros que tem como destino o centro da cidade, após a sua chegada ao terminal urbano.

O estudo será realizado baseado em um modelo de planejamento de oferta de serviço de um sistema de transporte público multimodal, que por sua vez é apresentado como um problema de equilíbrio em redes de transporte. A análise verifica o interesse de uso do usuário respeitando a capacidade dos veículos e a viabilidade econômica para as empresas. São apresentados cenários e são avaliados os aspectos que tornam a alternativa de transporte mais interessante para o usuário, com o objetivo de aumentar o fluxo de passageiros e consequentemente reduzir a utilização do automóvel e aumentar a integração dos modais.

Palavras-chave: Transporte Público; Planejamento de Sistemas de Transporte; Equilíbrio em Redes de Transporte.

ABSTRACT

The aim of this work is interest analysis the use of public transport from Florianópolis to a new alternative service. The feasibility and interest of this user in the deployment of a service to assist public transport integrated with urban transport for the movement of passengers whose destination downtown system, after its arrival at the city terminal will be studied.

The study will be based on a model of planning for the provision of a system of multimodal public transport, which in turn is presented as a problem of urban network equilibrium. The analysis verifies interest user usage respecting vehicle capacity and economic viability for businesses. Scenarios are presented and aspects that make alternative transportation more interesting to the user, in order to increase passenger flow and consequently reduce car use and increase the integration of the various modes are evaluated.

Keywords: Public Transportation, Transportation Systems Planning; Urban Network Equilibrium.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Trajeto e ruas atendidas pela configuração das linhas	48
Figura 2 – Trajeto da Linha 1	49
Figura 3 – Trajeto da Linha 2.....	50
Figura 4 – Trajeto da Linha 3.....	51
Figura 5 – Trajeto da Linha 4.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tempo de Espera e Tarifa de cada cenário.....	52
Quadro 2 – Tempo de viagem de cada linha.....	53
Quadro 3 – Valores considerados no Cenário 1.....	55
Quadro 4 – Valores considerados no Cenário 2.....	55
Quadro 5 – Valores considerados no Cenário 3.....	56
Quadro 6 – Valores considerados no Cenário 4.....	56
Quadro 7 – Valores considerados no Cenário 5.....	57
Quadro 8 – Valores considerados no Cenário 6.....	57
Quadro 9 – Valores considerados no Cenário 7.....	58
Quadro 10 – Valores considerados no Cenário 8.....	58
Quadro 11 – Valores considerados no Cenário 9.....	59
Quadro 12 – Resultados Obtidos na Simulação.....	61

LISTA DE SIGLAS

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

TICEN – Terminal de Integração do Centro;

TITRI – Terminal de Integração da Trindade;

TILAG – Terminal de Integração da Lagoa;

TISAN – Terminal de Integração de Santo Antônio de Lisboa;

TIRIO – Terminal de Integração do Rio Tavares;

TICAN – Terminal de Integração de Canasvieiras.

LISTA DE SÍMBOLOS

U_{mp}^{rs}	utilidade da alternativa de viagem, a utilidade de cada modal, em cada par O-D (origem-destino), em um determinado período;
rs	arcos que compõem a rede;
m	modal;
i	atributos;
p	período;
β_i	coeficiente da função utilidade, ajustada pelos diversos atributos através da Técnica de Preferência Declarada;
a_{mpi}^{rs}	atributo da alternativa de viagem, valor informado pelo usuário para cada item;
f_{mp}^{rs}	fluxo de usuários no modal, entre o par O-D, no período p;
TR_{mp}^{rs}	tarifa do modal, entre o par O-D, no período p;
CV_m	custo variável do modal, em km/h;
d^{rs}	distância em quilômetros, entre o par O-D;
N_{mp}^{rs}	número de viagens realizadas pelo modal, entre o par O-D, no período p;
CF_m	custo fixo, em reais, por dia, de cada modal;
NV_m^{rs}	número de veículos, entre o par O-D, de cada modal;
Cap_m	capacidade do veículo de cada modal;
δ_{am}^{rs}	relação de incidência entre o arco a e o modal m ;
t_{mp}^{rs}	tempo de viagem no modal m , no período p , entre o par O-D;
ΔT_p	duração do período p .

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	OBJETIVOS	26
1.1.1	Objetivo Geral.....	26
1.1.2	Objetivos..Específicos	26
1.2	IMPORTÂNCIA DO TRABALHO	27
1.3	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	28
2	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	29
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	31
3.1	MODELO DE EQUILÍBRIO EM REDES DE TRANSPORTE .	34
3.1.1	O modelo de equilíbrio de Florian (1977)	35
3.1.2	Modelo desenvolvido por Araldi (2002)	36
4	METODOLOGIA	45
4.1	ETAPAS DA ANÁLISE.....	45
5	ESTUDO DE CASO	47
5.1	ANÁLISE DOS RESULTADOS	54
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	61
	REFERÊNCIAS	65
	APÊNDICE A – Questionário	69
	APÊNDICE B – Resultado dos Questionários.....	71
	APÊNDICE C – Cenários	87

INTRODUÇÃO

O planejamento adequado de um serviço de transporte público proporciona melhorias para a qualidade de vida das pessoas, uma vez que intensifica a utilização do mesmo, diminui o número de automóveis circulando nas vias da cidade e melhora as condições de trafegabilidade. O planejamento adequado traz como avanços uma redução de problemas como poluição, problemas ligados a estacionamentos e perda de eficiência no escoamento das vias urbanas, que podem gerar um acréscimo significativo nos custos de transporte.

O transporte público é um elemento essencial para as grandes cidades. Segundo o Censo do IBGE (2010), 84,4% dos habitantes brasileiros vivem em áreas urbanas. Para melhorar a circulação de veículos nas vias da cidade e a qualidade de vida dos habitantes que nela moram deve-se otimizar o sistema de transporte público, reduzindo a utilização do automóvel e aumentando a integração dos diversos modais.

O planejamento de um sistema de transportes é realizado a partir de dois enfoques: sob o ponto de vista do empresário do setor de transporte, que tem como objetivo obter o maior lucro possível, e sob o ponto de vista do poder público, que representa o usuário, e que tem como principal objetivo torná-lo mais econômico e atrativo. O bom desempenho do sistema de transporte coletivo torna-se inevitável para a eficiência e para a qualidade de vida das cidades.

Os fatores que são levados em conta pelos usuários para a escolha de um modal são: custo do transporte, tempo de espera, conforto do modal, tempo de viagem e tempo de percurso a pé. Quando trata-se do modal ônibus, são analisados o tempo de deslocamento a pé desde a origem da viagem até o ponto de ônibus mais próximo e o tempo de deslocamento a pé desde o terminal de ônibus (ou desembarque) até o destino final da viagem. Tratando-se do modal particular (automóvel), são levados em consideração o tempo de deslocamento a pé desde o estacionamento ou local que o automóvel foi deixado, preço do estacionamento, tempo gasto à procura de uma vaga para estacionar, custo do combustível para a viagem de automóvel e tipo de estacionamento (fechado, aberto, com proteção, sem proteção, etc.). (ARALDI, 2002).

O estudo proposto neste trabalho será realizado na cidade de Florianópolis, capital do Estado de Santa Catarina. Florianópolis é uma das três ilhas-capitais do Brasil, e a sua ligação com o continente é através de duas pontes: Colombo Salles e Pedro Ivo Campos. Segundo o IBGE (2010), estima-se que a capital possui uma população de 453.285

habitantes, porém, segundo a mesma estimativa, é sede do maior aglomerado populacional de Santa Catarina, possuindo 1.049.000 habitantes no núcleo de sua região metropolitana. A cidade também soma cerca de 15 mil novos moradores por ano e a sua população costuma dobrar durante a temporada de verão.

Segundo a Secretaria de Mobilidade de Florianópolis, na cidade têm-se tipicamente dois tipos de modais: automóvel e ônibus. O transporte marítimo é pouco utilizado no município, exceto em função do turismo e com uma linha da Lagoa da Conceição à localidade da Costa da Lagoa, isolada por terra.

O Sistema Integrado de Transportes de Florianópolis foi implantado em agosto de 2003 e possui, atualmente, seis Terminais de Integração que gerenciam as linhas de ônibus dentro da cidade. Este sistema foi implantado a fim de otimizar o transporte coletivo, aumentando o número de linhas e de horários disponível.

O Sistema Integrado de Transporte Coletivo de Florianópolis é composto por 177 linhas, operadas por cinco empresas privadas, com uma frota de 448 ônibus de idade média de 6,23 anos, que movimentam em torno de 5.829.190 passageiros por mês, com uma demanda diária (em dias de semana) de mais de 200.000 passageiros, conforme dados da Prefeitura Municipal de Florianópolis.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Neste trabalho é realizada uma análise do interesse de uso dos usuários em um serviço de transporte auxiliar integrado ao sistema de transporte público de Florianópolis para o deslocamento de passageiros no centro da cidade.

1.1.2 Objetivos Específicos

A análise avalia o interesse de uso de um sistema de transporte auxiliar, integrado ao sistema de transporte existente em Florianópolis. Além do objetivo geral apresentado, outros objetivos específicos podem ser listados:

- a) Identificar a atribuição do usuário para fatores de custo do transporte, tempo máximo de espera para integração e tempo de viagem.

- b) Identificar os pontos de demanda dos passageiros que utilizam o sistema de transporte já existente.
- c) Configurar uma rede que atenda a necessidade dos passageiros.
- d) Avaliar o interesse de uso e o fluxo de passageiros nas linhas desta rede que poderá fazer o transporte auxiliar.
- e) Verificar se a capacidade do veículo consegue atender ao fluxo de passageiros.
- f) Verificar se o lucro da empresa é positivo com esta implantação do transporte auxiliar.
- g) Analisar cenários e mostrar se a variação nos fatores de custo e tempo de espera influencia no interesse e no número de passageiros neste sistema de transporte auxiliar.

1.2 IMPORTÂNCIA DO TRABALHO

A importância deste trabalho pode ser vista segundo o ponto de vista social, uma vez que uma grande parcela da população, formada principalmente por camadas da população com menor poder aquisitivo, faz uso dos sistemas de transporte para se locomover para o trabalho, para escola, para lazer, entre outros.

Um estudo realizado pelo IPEA (2011) mostrou que 65% da população utiliza transporte público nas capitais. Neste mesmo estudo o instituto enfatiza que a redução do tempo de viagem deve ser estimulada. A rapidez, a disponibilidade e o menor custo foram características recorrentemente citadas de forma explícita pelos entrevistados. Entre os não usuários de transporte público, usuários de bicicleta, carro e moto, a maior rapidez do sistema os faria passar a utilizá-lo. Quem sem locomove a pé afirma, predominantemente, que passariam a usar o transporte público caso houvesse maior disponibilidade, fosse mais barato e também mais rápido.

Considerando estes aspectos, os modelos de planejamento de transportes buscam assegurar uma oferta de serviço que atenda a esta demanda de uma maneira eficiente, com um custo acessível e de maneira satisfatória.

Outro ponto de vista que pode ser levado em conta é a importância econômica para as empresas executoras de transporte

público, pois o planejamento e, consequentemente, a oferta de um serviço mais atrativo pode fazer com que uma parcela da população que utiliza o automóvel se interesse em utilizar o transporte público e o aumento da demanda faz com que a receitas das empresas também aumentem.

Pode-se destacar também que, tanto no ponto de vista social quanto no ponto de vista econômico, o planejamento adequado de um sistema de transportes traz redução do tempo de viagem, e este fator beneficia todos os usuários de um sistema de transportes.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho é dividido em seis capítulos. Neste primeiro tem-se uma parte introdutória ao trabalho.

No segundo capítulo é apresentada a caracterização do problema abordado.

O terceiro capítulo trata do planejamento de sistemas de transporte e modelos de equilíbrio em redes de transporte. Neste mesmo capítulo ainda é apresentado o modelo de equilíbrio de Florian (1977) e o modelo desenvolvido por Araldi (2002).

A metodologia e as etapas de análise realizadas no estudo são apresentadas no quarto capítulo.

O quinto capítulo mostra o estudo de caso e a análise dos resultados, e por fim, no sexto capítulo, são apresentadas as conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

A cidade de Florianópolis apresenta, atualmente, um crescente e considerável crescimento populacional. São mais de 450 mil habitantes na capital, mais de um milhão na região metropolitana e a cidade soma cerca de 15 mil novos moradores por ano. Além disso, Florianópolis é uma cidade turística, e a população costuma dobrar durante a temporada de verão. A capital de Santa Catarina se diferencia da maioria das outras capitais pelo seu aspecto geográfico: compreende uma parte continental e uma ilha. A ilha de Santa Catarina possui uma forma alongada e estreita, e está situada de forma paralela ao continente, separadas por um estreito canal.

A ligação entre a ilha e o continente é feita através de três pontes. A primeira a ser construída foi a ponte Hercílio Luz, que atualmente está em processo de restauração e com o fluxo bloqueado. As outras duas são as pontes Colombo Salles (sentido ilha-continente) e a Pedro Ivo Campos (sentido continente-ilha), e estão localizadas no centro da cidade.

No bairro do centro da cidade localizam-se importantes sedes governamentais (Prefeitura Municipal, Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina, Poder Judiciário de Santa Catarina, entre outros), além do comércio da capital, que também concentra-se neste mesmo bairro.

Assim, o trânsito no centro da cidade costuma ser intenso durante os dias da semana. As vias do centro da cidade geralmente são estreitas, algumas com o trânsito bloqueado (calçadas para pedestres) e por isso apresentam comumente trânsito lento ou congestionado.

O problema de pesquisa deste estudo surge com o questionamento de quais as oportunidades de escolha modal para a locomoção das pessoas existe na cidade, em especialmente para quem utiliza o centro da cidade, e se quem utiliza o automóvel possui alguma outra alternativa de transporte. Cabe ao usuário a decisão de qual a alternativa a ser utilizada, e esta decisão depende da função utilidade com que cada usuário avalia as alternativas disponíveis.

Como citado anteriormente, os fatores que são levados em conta para a escolha de um modal são: preço da passagem de ônibus; tempo de espera pelo ônibus; conforto do modal; tempo de percurso a pé desde o estacionamento e desde o terminal de ônibus (ou desembarque) até o destino final da viagem; tempo de percurso a pé da residência até o ponto de ônibus mais próximo; preço do estacionamento; tempo gasto à procura de uma vaga para estacionar; custo do combustível para a

viagem de automóvel; e tipo de estacionamento: fechado, aberto, com proteção, sem proteção.

O questionamento segue com a influência destes fatores. Modificando os valores dos atributos pode haver uma melhoria? Quais melhorias devem acontecer para tornar o sistema de transporte mais eficiente, aumentar o número de passageiros e tornar-se uma opção atrativa para os usuários de automóvel?

Dentre os fatores citados acima, assume-se que as escolhas do modal e da rota sejam feitas simultaneamente influenciadas pelo tempo de viagem no modal, custo da viagem, deslocamento a pé, conforto do modal e tempo de espera no ponto de embarque.

Na cidade de Florianópolis, têm-se tipicamente dois tipos de modais: automóvel e ônibus. Para as pessoas que tem como destino o centro da cidade pode-se observar que o modal automóvel é bastante utilizado devido ao fluxo intenso e a quantidade de carros nos estacionamentos durante todo o dia.

Um dos fatores que justificam a escolha por este modal é que com a utilização do modal ônibus, e dependendo do destino final do passageiro, o sistema de transportes existente não oferece uma alternativa até o destino final. As linhas que atendem ao centro da cidade não contemplam algumas vias que são muito movimentadas e o destino de uma significativa parcela da população, ou quando contemplam a frequência de horários não é satisfatória.

Dessa forma, uma alternativa de transporte auxiliar, integrada ao sistema de transportes público existente e que fizesse o deslocamento de passageiros para o centro da cidade melhoraria a qualidade do serviço para os usuários que já utilizam o modal ônibus, e poderia atrair outros usuários que utilizam outro modal, neste caso o automóvel.

Então, o trabalho pode ser apresentado da seguinte forma: realizar uma análise do interesse do usuário de transporte público de Florianópolis a uma nova alternativa de serviço. Será estudada a viabilidade e o interesse deste usuário na implantação de um serviço de transporte coletivo auxiliar integrado ao sistema de transporte urbano para o deslocamento de passageiros que tem como destino o centro da cidade, após a sua chegada ao terminal urbano. Serão levados em consideração o tempo de espera pelo transporte, o tempo de viagem e o custo deste modal proposto para a avaliação deste nível de interesse.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O processo de planejamento de sistemas de transporte público é extremamente complexo. Prata (2010) apresenta o processo de planejamento de transporte público dividido nas seguintes etapas:

- Projeto da rede de atendimento;
- Planejamento das linhas;
- Planejamento dos pontos de parada;
- Definição da tabela de horários;
- Escalonamento dos veículos;
- Escalonamento das tripulações; e
- Rodízio das tripulações.

Conforme Vasconcellos (2000) o planejamento de transportes, juntamente com o planejamento e o planejamento de circulação de pessoas e mercadorias, é uma das três técnicas de intervenção e ordenação do desenvolvimento de uma cidade.

Ceder (2001) destaca que no planejamento de transporte público, os seguintes dados devem ser levantados: topologia da rede de atendimento, demanda de passageiros e nível de serviço, características dos veículos, características das viagens, informações sobre viagens em vazio, informações sobre pontos de rendição, restrições nos serviços de pessoal tripulante e prioridade de tripulantes e regras de rodízio.

A flexibilidade das mudanças urbanas e fatores de ordem econômica, social e cultural são aspectos que também devem ser levados em conta no planejamento de transportes, além do aspecto técnico. “Para um planejamento condizente com as necessidades do sistema de transportes, todos os elementos, atividades e atores que influenciam ou são influenciados devem ser alvo de pesquisa e análise.” (TEDESCO, 2007).

Segundo Souza, Silva e Simões (2006), o processo de fazer o planejamento de um sistema de transportes apresenta como principais problemas a definição de rotas, a programação de horários de viagens, a programação dos veículos, a programação da escala de funcionários e a rotação destes. A programação dos veículos é o maior destes problemas e o fator que mais influencia o sistema, e um mau planejamento desta tarefa afeta diretamente os horários, as escalas de funcionários, além de aumentar os custos.

A seguir serão apresentados alguns trabalhos que foram realizados sobre o planejamento de sistemas de transporte.

Aragón e Leal (1998) apresentam um processo de redefinição da rede de transportes de uma forma automática a partir de certas informações do modelo de rede original e dos itinerários das linhas de ônibus. Os mesmos autores apresentam em outro trabalho a formulação e implementação de um modelo de alocação de fluxos de passageiros, sobre uma rede de transporte público. O modelo foi formulado como um problema de inequação variacional. O algoritmo de solução considera algumas hipóteses sobre o processo de partição de fluxos pelos trechos de linhas alternativas. O procedimento foi implementado usando a linguagem Delphi e aplicado em testes com redes divulgadas na literatura. Um grande experimento foi feito com a rede de transporte da cidade do Rio de Janeiro. (ARAGÓN E LEAL, 2003).

Balassiano (1996) discute o papel desempenhado pelo serviço de vans em grandes centros urbanos, e também aspectos gerais que deveriam ser considerados neste processo de regulamentação. Discute-se também o problema atual dos transportes coletivos na cidade do Rio de Janeiro e conclui-se que as vans tem potencial, se regulamentadas de forma adequada, para contribuir na melhoria do transporte publico da cidade.

Modelos tradicionais de transporte e tráfego são apresentados por Paiva (2010). O trabalho tem como base um conjunto de teses, dissertações e artigos técnicos que foram publicados. Este estudo descreve o Modelo 4 Etapas, o mais tradicional e outros ainda pouco utilizados no Brasil: Modelos de Atividades, Modelos de Uso do Solo e Transportes e Modelo de Preferência Declarada.

Correa (2012), em sua tese propõe um novo modelo de equilíbrio para a atribuição de passageiros em redes de transporte, com base no conceito de estratégia e num modelo de congestionamento que se desenvolve a partir da análise e avaliação dos efeitos experimentados pelos usuários quando eles se deparam com uma oferta de transportes públicos, cuja capacidade é limitada.

Costa (1996) fala sobre a organização dos sistemas de transportes públicos urbanos nas áreas metropolitanas da Europa Ocidental. O trabalho do autor esboça mudanças de organização em várias áreas metropolitanas da Europa Ocidental, com referência a quatro formas estruturais comuns, e aponta mudanças esperadas em desempenho e comportamento de mercado.

Jimenez (1997) explora uma estrutura para o estudo de desempenho em transporte público por ônibus. Ele compara os tipos de indicadores usados por empresas de transporte público por ônibus no monitoramento e avaliação do desempenho de sistemas e os níveis de desempenho entre sistemas. O autor desenvolveu um modelo para

monitorar e avaliar o desempenho em questão e é aplicado nos sistemas de transporte público por ônibus de Toluca, México, e Filadelfia, Pensilvânia. Os resultados mostram que a teoria da produtividade em empresas de economia pode ser usada na medição de desempenho em sistemas de transporte por ônibus e o autor conclui que a análise do nível de desempenho deve ser feita “sob medida” para as condições específicas de cada sistema na cidade e país no qual ele opera.

Karlafts *et al.* (1998) colocam que, baseado em vários estudos que analisam os efeitos de subsídios de transporte público no desempenho de um sistema, demonstrando que subsídios de transporte públicos aumentaram a eficácia do sistema, mas comprometeram sua eficiência e desempenho global. Tisato (1998) estabelece um vínculo entre o grau de falta de confiabilidade em serviços de ônibus e o nível ótimo de subsídio para ônibus.

Reed (1997) trata da questão do tempo de espera por transporte público e busca caracterizar o impacto da informação do horário de ônibus em tempo real sob a percepção e comportamento do usuário do modal ônibus.

El-Hifnawi (2002) propõe um sistema de rotas de ônibus cruzando a área central de uma cidade como uma solução para descentralização das viagens com pontos finais no distrito central de negócios de uma cidade. O autor analisa os custos e benefícios, em um estudo de caso para a cidade de Monterrey, México. O estudo analisa a produtividade financeira de linhas de ônibus bem como sua viabilidade econômica medindo os ganhos e perdas de bem-estar para os usuários de ônibus, usuários de automóvel e as operadoras de linhas de ônibus.

Silva (2002) desenvolveu uma pesquisa que busca analisar e avaliar a mobilidade por transporte coletivo, em treze bairros insulares da cidade de Florianópolis/SC. A pesquisa propõe como método de análise de mobilidade por transporte coletivo e a determinação e análise de índices de mobilidade.

Índices de mobilidade determinados a partir da frequência de linhas de ônibus são utilizados por Silva (2008) para analisar a mobilidade do transporte coletivo após a implantação do sistema Integrado de Transportes de Florianópolis.

Um projeto de serviço de transporte público urbano desenvolvido para a cidade de São José do Rio Preto – SP é elaborado levando em conta requisitos da qualidade, tais como o foco no cliente e partes interessadas – órgão gestor e operador –, que ofereça condições para aumentar a demanda de passageiros. (JAMMAL E RAIA JUNIOR, 2008).

Boareto (2002) apresenta um projeto pioneiro no Brasil para acabar com o transporte clandestino na cidade de Ribeirão Preto (SP). Nesta cidade, o transporte clandestino começou em 1998 e no final de 2000 já haviam cerca de 100 motoristas usando vans para o transporte de passageiros e transportando 400 mil passageiros por mês. Foi realizada uma pesquisa de opinião com os usuários e os principais problemas detectados foram: poucas paradas de ônibus, estrutura insuficiente nos dois terminais existentes, inexistência de corredores exclusivos para ônibus e problemas com o ticket eletrônico. Assim, foi iniciado um Programa de Recuperação do Sistema de Transportes Coletivo composto por diversos projetos usando diretrizes para garantir a mobilidade urbana. O “Sistema Leva e Traz” iniciou em 12 de março de 2001, onde os motoristas das vans criaram uma cooperativa e foram contratados pelas empresas de ônibus. As vans não competem com os ônibus, elas levam os passageiros até o ponto de ônibus mais próximo, sem cobrar nada, e passam com maior frequência. Assim, a disputa por passageiros nas ruas acabou, o sistema de transportes ficou organizado e pode receber mais investimentos.

Outro estudo envolvendo planejamento de transportes foi realizado por Daroncho (2007). O trabalho apresenta a proposta de expansão da Ponte Orca entre o Museu do Ipiranga e a Estação Alto Ipiranga do metrô da cidade de São Paulo. A Ponte Orca – Operador Regional de Coletivo Autônomo – é um serviço gerido pelo EMTU – Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos – de transportes de passageiros, complementar e gratuito que funciona na cidade de São Paulo. Este serviço tem o objetivo de oferecer um transporte diferenciado e apresentar um nível de serviço superior aos usuários do transporte público comum, aumentar o número de visitantes ao museu, facilitando o acesso destes e divulgar e estimular mais uma opção de lazer, cultura e turismo para a grande São Paulo. Este transporte é integrado ao metrô, feito por vans de 20 lugares, gratuito e sem paradas.

Como podemos observar, os estudos realizados para o planejamento de transporte são variados e complexos. A seguir, veremos o planejamento de redes de transporte através de modelos de equilíbrio.

3.1 MODELO DE EQUILÍBRIO EM REDES DE TRANSPORTE

O problema de Equilíbrio em Redes de Transporte consiste na determinação de um padrão de fluxo que esteja em equilíbrio em uma rede de transporte. Considera-se que “o tráfego entre todas as origens e destinos dos usuários deve estar em estado de equilíbrio e nenhum motorista poderá reduzir o seu tempo de viagem através da escolha de

um novo caminho” (WARDROP, 1952). A seguir será apresentado o modelo de equilíbrio de Florian (1977), adotado por Araldi (2002) para desenvolver o modelo de planejamento de oferta de serviços de um sistema de transporte público multimodal.

3.1.1 O modelo de equilíbrio de Florian (1977)

O modelo de Florian (1977) é um modelo de equilíbrio de tráfego que considera a viagem por todos os meios e métodos existentes para um planejamento de transporte. Este modelo não é um modelo atual, porém ele apresenta as características necessárias para que seja desenvolvida uma das partes do modelo de planejamento de ofertas de serviços, desenvolvido por Araldi (2002).

Segundo o autor, estudos empíricos mostram que a escolha entre automóvel e o modal ônibus não é muito sensível a mudanças nos tempos dentro do veículo. O autor também afirma que o sucesso da aplicação do seu modelo depende da calibração apropriada das funções de demanda. Para a implementação deste modelo é necessário uma rede de rodovias e transporte público.

Para Araldi (2002), o modelo de Florian (1977) representa um refinamento de outros importantes esforços para especificar e operar modelos multimodais baseados nas noções de equilíbrio. As principais características deste modelo são:

- a) a distinção entre o fluxo de veículos e o fluxo de passageiros de transporte público;
- b) a modelagem da interação que ocorre entre os automóveis e veículos de transporte público que usam os mesmos *links* da rede;
- c) Tendo que os meios de transporte público estejam servindo itinerários fixos, o fluxo de veículos por todos os meios sobre a rede pode ser modelado;
- d) O modelo *logit multinomial* que modela a distribuição de viagens; e
- e) usa o princípio de Wardrop (1952): “*na condição de equilíbrio, nenhum usuário consegue melhorar seu tempo de viagem com uma mudança unilateral de rota*”.

Apesar de todas estas características, o modelo de Florian (1977) não leva em consideração que as tarifas e frequências dos modais possam ser alteradas pelo decisor. Araldi (2002) apresenta então o modelo que foi desenvolvido, buscando suprir essa deficiência.

3.1.2 Modelo desenvolvido por Araldi:

A análise realizada neste trabalho será baseada na tese de doutorado de Altamir Antônio Rosa Araldi, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. A tese é intitulada “Modelo de Planejamento de Oferta de Serviços de um Sistema de Transporte Público Multimodal: Análise dos Efeitos da Desregulamentação do Setor de Transporte Público”.

Neste trabalho é proposto um modelo de planejamento de oferta de serviços de um sistema de transporte público urbano de passageiros, que mostra que uma possível melhoria na oferta do serviço de transporte público pode aumentar a competitividade com o modal particular (automóvel), gerando um aumento na qualidade do serviço para o usuário e um aumento de lucro para a empresa de transporte público, além de diminuir o número de carros circulando no centro da cidade.

O modelo de planejamento da oferta deste serviço é apresentado como um problema de equilíbrio em redes de transporte. Em relação às empresas de transporte público espera-se o equilíbrio na oferta de serviços para se atingir o lucro máximo da empresa. Em relação aos usuários é esperado o equilíbrio na distribuição de demanda entre o modal privado (automóvel) e o modal público (ônibus).

O modelo desenvolvido por Araldi (2002) compreende dois submodelos: maximização da eficiência da empresa e divisão modal e alocação de fluxo, baseado em funções de preferência do usuário. Para resolução do modelo é apresentado um algoritmo no qual os dois submodelos são resolvidos de forma iterativa, com os resultados de um sendo usados como parâmetros do outro, até que o ponto de equilíbrio entre oferta de serviços de transporte e a demanda nos diversos modais seja atingido.

Nestes submodelos consideram-se os conjuntos, conforme notação apresentada a seguir:

$m = 1, \dots, 3$ Índice do conjunto de modais;

- $p = 1, \dots, P$ Índice do conjunto de períodos típicos de demanda nos quais é dividido o dia de trabalho;
- $a = (r, s)$ Índice do conjunto de arcos que compõe a rede de transporte: cada arco conecta um par de nós, aqui designados genericamente por (r, s) ;
- $i = 1, \dots, 5$ Índice do conjunto de atributos considerados pelo usuário na determinação da escolha modal

O primeiro submodelo apresentado trata de distribuição de viagens e apresenta os seguintes parâmetros:

- q_p^{rs} Demanda total de usuários no p -ésimo período entre o par O-D definido por r, s ;
- $\delta_{a,m}^{rs}$ Relação de incidência entre o arco a e o modal m que conecta o par O-D definido por r, s ;
- ΔT_p Duração do período p ;
- t_a^{min} Tempo de fluxo livre em um arco da rede viária, percorrido pelo modal privado.

C_a	Capacidade nominal da via representada pelo arco a ;
λ_a, π_a	Parâmetros de ajuste do modelo de cálculo do tempo de viagem no arco a ;
α_m	Tempo médio de embarque e desembarque de um usuário do modal m ;
β_i	i -ésimo coeficiente da função utilidade ajustada para os diversos atributos considerados pelo usuário na determinação da escolha modal;
$N_{m,p}^{rs}$	Número de viagens realizadas no período p entre o par O-D definido por (r,s) , pelo modal m ;

As variáveis deste submodelo são:

$U_{m,p}^{rs}$	Utilidade da alternativa de viagem definida pelo modal m , no período p , entre os pares O-D definidos por r,s ;
$a_{m,p,i}^{rs}$	i -ésimo atributo da alternativa de viagem definida pelo modal m , no período p , entre os

pares O-D definidos por r,s ;

$f_{m,p}^{rs}$ fluxo de usuários no modal m , no período p ,
entre os pares O-D definidos por r,s ;

$x_{a,p}$ fluxo de usuários no arco a , no período p ;

$t_{a,p}$ tempo de viagem gasto para transpor o
arco a , no período p ;

$t_{m,p}^{rs}$ tempo de viagem gasto pelo modal m , no
período p , entre os pares O-D definidos
por (r,s) ;

As equações deste submodelo são apresentadas a seguir:

$$x_{a,p} = \sum_{rs} \sum_m f_{m,p}^{rs} \cdot \delta_{a,m}^{rs} \quad (1)$$

$$t_{a,p} = t_a^{min} \left[1 + \lambda_a \frac{x_{a,p}}{C_a} \right]^{\pi_a} \quad (2)$$

$$t_{m,p}^{rs} = \sum_a t_{a,p} \cdot \delta_{a,m}^{rs} + \alpha_m \left[\frac{f_{m,p}^{rs}}{N_{m,p}^{rs}} \right] \quad (3)$$

A Equação (1) aloca o fluxo aos arcos, a Equação (2) utiliza os fluxos para calcular os tempos de viagem em cada arco e a Equação (3) obtém os tempos de viagem para cada modal e par O-D.

No modelo, um dos atributos ($i=2$) utilizados pelo usuário na escolha do modal é o tempo de viagem correspondente ao deslocamento entre o par origem destino, isto é:

$$a_{m,p,2}^{rs} = t_{m,p}^{rs} \quad (4)$$

O modelo inicia considerando uma estimativa deste tempo, e busca melhorar a mesma através de um procedimento iterativo. Enquanto o erro apurado em cada iteração não for satisfatório, uma nova estimativa é considerada fazendo:

$$a_{m,p,2}^{rs} \leftarrow \frac{a_{m,p,2}^{rs} + t_{m,p}^{rs}}{2} \quad (5)$$

O segundo submodelo trata da maximização de lucro da empresa operadora do sistema de transportes e apresenta os seguintes parâmetros:

q_p^{rs} Demanda total de usuários no p -ésimo período entre o par O-D definido por r,s ;

ΔT_p Duração do período p ;

$t_{m,p}^{rs}$ Tempo de viagem gasto pelo modal m , no período p , entre os pares O-D definidos por r,s ;

CV_m Custo variável de operação em R\$/km dos modais;

CF_m Custo fixo (depreciação + remuneração do capital) em R\$/dia dos modais;

d^{rs} Distancia em quilômetros para realizar o caminho

entre o par O-D definido por r,s ;

Cap^m Capacidade do veículo.

As variáveis são as seguintes:

$TR_{m,p}^{rs}$ Tarifa do modal no período p ;

$N_{m,p}^{rs}$ Número de viagens realizadas pelo modal,
no período p ;

NV_m^{rs} Número de veículos alocados na operação;

$f_{m,p}^{rs}$ fluxo de usuários no modal m , no período
 p , entre os pares O-D definidos por r,s ;

$U_{m,p}^{rs}$ Utilidade da alternativa de viagem definida
pelo modal m , no período p , entre os pares
O-D definidos por r,s ;

L Lucro diário total da empresa.

A função objetivo do problema de maximização, que visa maximizar o lucro da empresa operadora é a seguinte:

$$\begin{aligned}
Max L = & \sum_{rs} \sum_{m=2}^3 \sum_p f_{m,p}^{rs} \cdot TR_{m,p}^{rs} - \sum_{rs} \sum_{m=2}^3 \sum_p CV_m \cdot d^{rs} \cdot N_{m,p}^{rs} \\
& - \sum_{rs} \sum_{m=2}^3 CF_m \cdot NV_m^{rs}
\end{aligned} \tag{6}$$

Esta função está sujeita às seguintes restrições:

$$Cap_m \cdot N_{m,p}^{rs} \geq \sum_{rs} f_{m,p}^{rs} \cdot \delta_{m,p}^{rs}, \quad \forall m, p \tag{7}$$

$$NV_m^{rs} \geq \frac{2 \cdot t_{m,p}^{rs} \cdot N_{m,p}^{rs}}{\Delta T_p}, \quad \forall r, s, m, \tag{8}$$

$$U_{m,p}^{rs} = \sum_{i=1}^5 \beta_i \cdot a_{m,p,i}^{rs}, \quad \forall r, s, m, p \tag{9}$$

$$f_{m,p}^{rs} = q_p^{rs} \frac{e^{U_{m,p}^{rs}}}{\sum_{k=1}^3 e^{U_{k,p}^{rs}}}, \quad \forall r, s, m, p \tag{10}$$

$$f_{m,p}^{rs} \geq 0, \quad \forall r, s, m, p \tag{11}$$

$$TR_{m,p}^{rs} \geq 0, \quad \forall r, s, m, p \tag{12}$$

$$N_{m,p}^{rs} \in \mathbb{N}, \quad \forall r, s, m, p \tag{13}$$

$$NV_{m,p}^{rs} \in \mathbb{N}, \quad \forall r, s, m, p \tag{14}$$

A restrição apresentada na Equação (7) assegura que a oferta de lugares nos modais seja suficiente para atender a demanda ou fluxos de passageiros por estes modais ao longo dos trechos ou arcos entre o par O-D. Já a restrição apresentada na Equação (8) assegura que o número de veículos dos modais deve ser suficiente para a realização do número de viagens (ida e volta), em cada período, entre os pares O-D, necessárias para satisfazer certos padrões de serviço; isto é, os tempos de espera nos pontos de ônibus e os tempos de viagem devem satisfazer ao usuário.

As Equações (8) e (9) consideram, agora, constantes os atributos de tempo de viagem, tempo de espera, conforto dos modais e deslocamento a pé, ficando a utilidade como função apenas da tarifa. As restrições das Equações (10), (11), (12) e (13) consideram que os fluxos e tarifa não podem ser menores do que zero, e dizem que as variáveis são inteiras e positivas.

A seguir será apresentada a metodologia e as etapas de análise realizadas neste estudo.

4 METODOLOGIA

Em um projeto de pesquisa, o método de pesquisa atribui-se ao processo que leva ao conhecimento do fenômeno objeto de estudo podendo, portanto, ser classificado em quatro tipos: método dedutivo, método indutivo, método descritivo e método hipotético-dedutivo. Método é aqui entendido como uma observação sistemática de fenômenos reais através de uma sequência de passos, baseados em conhecimentos teóricos, que buscam explicar a causa desses fenômenos, suas correlações, aspectos não revelados a fim de propor, na maioria das vezes, melhoria ao evento observado.

A natureza da pesquisa refere-se, de acordo com Cauchick (2010), quanto à abordagem da mesma, podendo esta ser categorizada em três tipos: quantitativa, qualitativa ou a combinação de ambas as abordagens (abordagem combinada).

Os Métodos Qualitativos tem como objetivo o entendimento do indivíduo que está sendo estudado. Já os Métodos quantitativos são modelos abstratos descritos por modelos matemáticos que utilizam de técnicas analíticas ou experimentais para obter soluções do sistema analisado, tendo seus resultados analisados de diversas formas no sistema. A combinação de ambas as abordagens possibilita que a excelência de uma suavize o prejuízo da outra (MARTINS, 2012).

Para Morabito Neto e Pureza (2012) o uso de modelos permite compreender melhor o ambiente em estudo, identificando problemas, formulando estratégias e oportunidades, a fim de apoiar e sistematizar o processo de tomada de decisão. Além disso, o modelo deve representar a realidade captando elementos fundamentais e ao mesmo tempo suficientemente simples, passível de tratamento por métodos e resoluções conhecidos.

4.1 ETAPAS DA ANÁLISE

Para que a análise proposta neste trabalho seja realizada é necessário o desenvolvimento das seguintes atividades:

1. Obter informações de demanda. Foram solicitadas informações à Secretaria de Mobilidade da Prefeitura Municipal de Florianópolis quanto ao número de passageiros que chegam por dia no Terminal de Integração do Centro (TICEN) e saem com destino ao centro da cidade, assim como a matriz origem-destino (O-D) desta demanda.

2. Aplicação de questionário. Com a informação do número de passageiros que chegam ao TICEN, foi elaborado um questionário (Apêndice) e aplicado em uma amostra destes usuários. O questionário aborda o interesse na utilização de um sistema alternativo de transporte, valores para alguns atributos questionados e o destino final da viagem.
3. Configuração da rede. Com as informações de destino dos usuários do sistema de transporte é configurada uma rede, com o trajeto das linhas que atendam aos passageiros.
4. Determinação do fluxo de passageiros. Com as informações do questionário e com a rede configurada, e utilizando o modelo proposto, é calculada a função utilidade do modal que apresenta o transporte auxiliar e estimado o fluxo de passageiros em cada linha, o número de veículos necessários e a viabilidade deste sistema, através do cálculo do lucro da empresa.
5. Análise dos resultados: Consiste na avaliação dos resultados obtidos para os diversos cenários sobre os quais o estudo foi realizado de modo a propor as soluções que deverão ser implantadas.

No próximo capítulo será apresentado o estudo de caso e a análise realizada a respeito do interesse do uso do transporte auxiliar de passageiros, integrado ao sistema de transporte já existente que atende ao centro de Florianópolis.

5 ESTUDO DE CASO

Florianópolis possui um Sistema Integrado de Transportes, composto atualmente por seis terminais de integração que gerenciam as linhas de ônibus dentro da cidade, sendo eles:

- TICEN – Terminal de Integração do Centro;
- TITRI – Terminal de Integração da Trindade;
- TILAG – Terminal de Integração da Lagoa;
- TISAN – Terminal de Integração de Santo Antônio de Lisboa;
- TIRIO – Terminal de Integração do Rio Tavares;
- TICAN – Terminal de Integração de Canasvieiras.

O Sistema Integrado de Transportes foi implantado com o objetivo de otimizar o sistema de transporte coletivo já existente, aumentando o número de linhas e de horários disponíveis.

O estudo proposto neste trabalho é realizado com os usuários que chegam ao TICEN e se deslocam para o centro da cidade. Segundo informações da Secretaria de Mobilidade da Prefeitura Municipal de Florianópolis, aproximadamente 56 mil passageiros desembarcam neste terminal por dia.

Com base nessas informações foram aplicados questionários (Apêndice A) para verificar os destinos destes usuários que desembarcam no terminal central, e o interesse de utilização de um transporte alternativo para o deslocamento no centro da cidade. Para realizar a análise deste interesse foi questionado para cada entrevistado qual seria o tempo máximo de espera para utilizar este transporte e quanto o usuário estaria disposto a pagar (Apêndice B).

Para a população de usuários do sistema de transporte de Florianópolis, que é de 56.000 usuários, foi calculada uma amostra, considerado um erro amostral de 5% e um nível de confiança de 90%. Este cálculo forneceu que o tamanho da amostra deveria ser de 270 questionários.

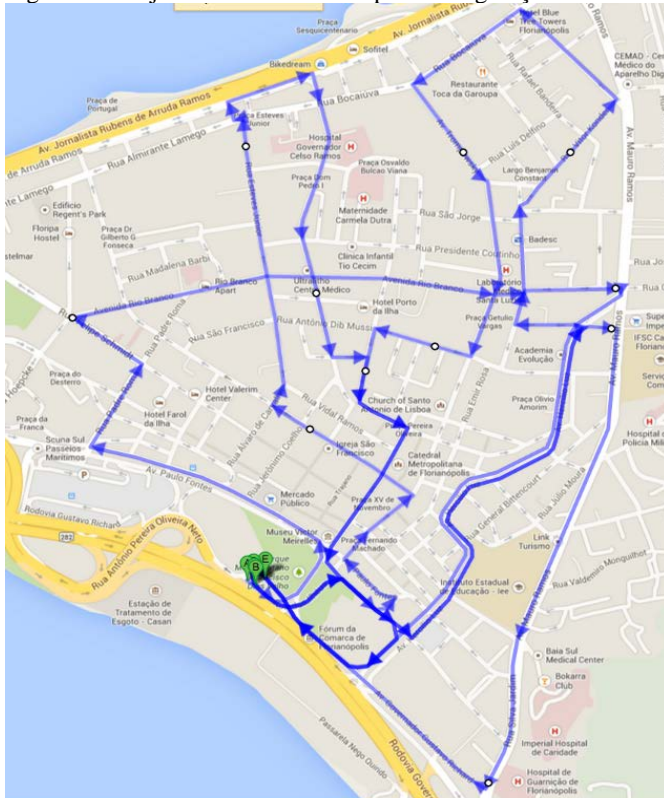
Foram aplicados então, os 270 questionários e destes, 182 usuários (67%) demonstraram interesse em utilizar este transporte auxiliar. Os principais motivos da viagem são trabalho (55,19%), compras (16,3%), lazer (10,37%), serviço (10%) e escola (8,15%).

Entre os usuários que demonstraram interesse em utilizar o transporte auxiliar, foi realizado um levantamento dos destinos de cada

um, e com base nestas respostas, foram configuradas quatro linhas de transporte para atender a esta demanda.

Na Figura 1 a seguir podemos observar os trajetos e ruas que serão atendidos pelas quatro linhas configuradas:

Figura 1 – Trajetos e ruas atendidas pela configuração das linhas.



Fonte: A autora.

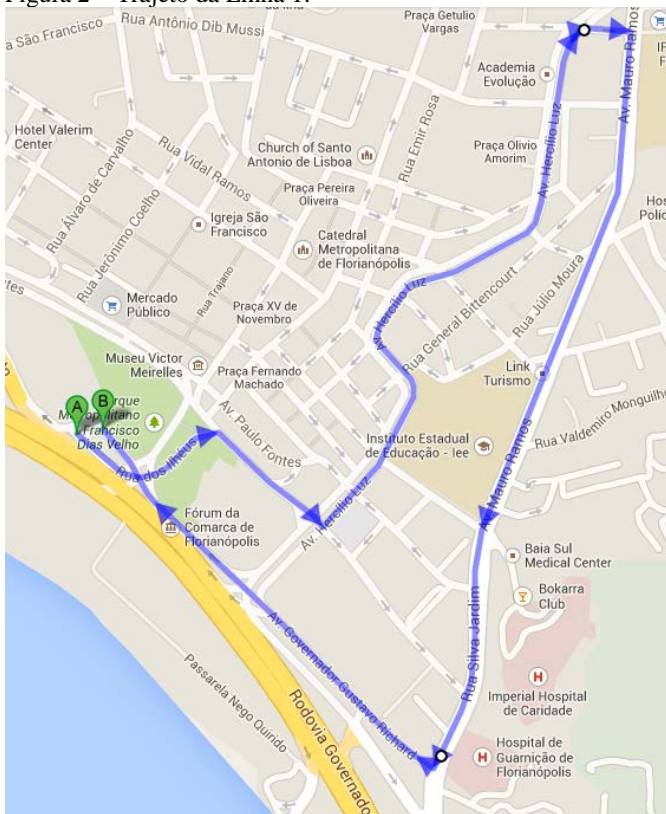
A seguir será apresentado o trajeto de cada uma destas linhas separadamente.

LINHA 1:

A Linha 1 atende aos usuários que têm como destino final de viagem o Instituto Estadual de Educação, o Instituto Federal de Santa

Catarina, o Hospital de Caridade ou outros pontos localizados nas avenidas Hercílio Luz e Mauro Ramos.

Figura 2 – Trajeto da Linha 1.

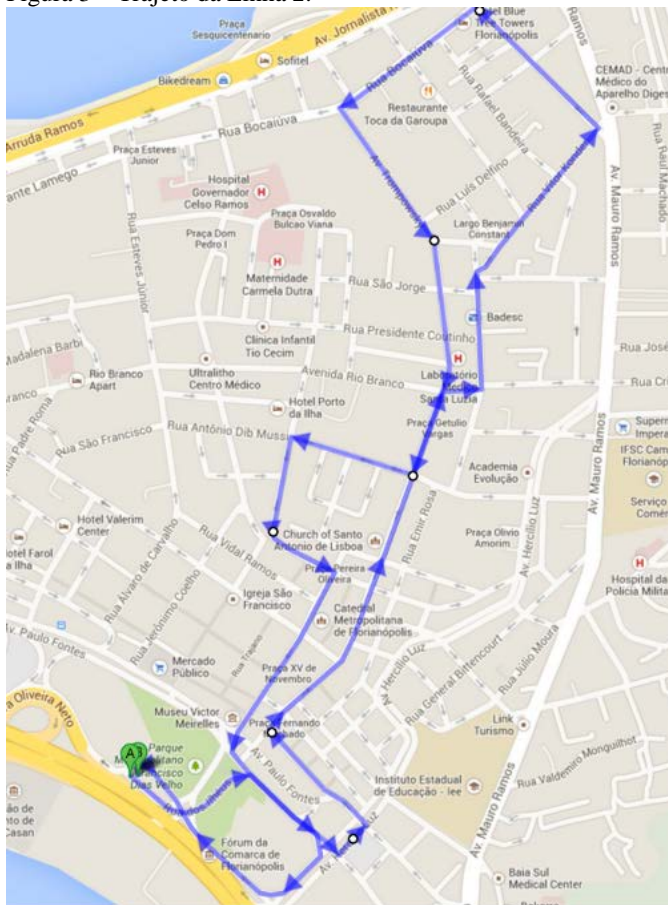


Fonte: A autora.

LINHA 2:

A Linha 2 foi configurada visando atender os usuários que se deslocam para pontos próximos ou no trajeto da Praça XV de Novembro, Praça Pereira Oliveira e Praça Getúlio Vargas. Além disso, esta linha também atenderá os usuários que precisam chegar à Avenida Bocaiúva ou Avenida Trompowski.

Figura 3 – Trajeto da Linha 2.

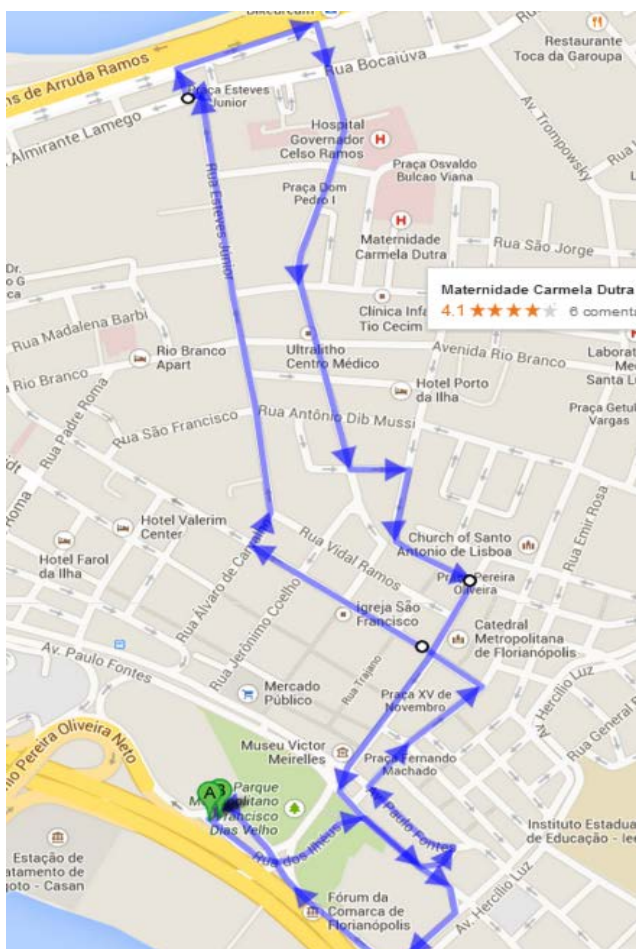


Fonte: A autora.

LINHA 3:

Para quem precisa se deslocar para o Ceisa Center, Colégio Catarinense, Hospital Celso Ramos, HEMOSC – Hemocentro de Santa Catarina e demais destinos nas ruas Vidal Ramos, Tenente Silveira, Esteves Junior e na Avenida Othon Gama D'Eça, foi configurada a Linha 3:

Figura 4 – Trajeto da Linha 3.

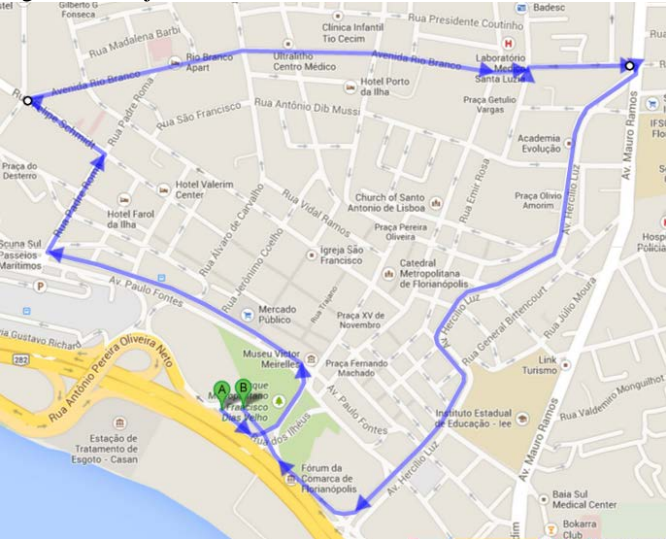


Fonte: A autora.

LINHA 4:

A Linha 4 atende aos usuários que precisam chegar na Rua Padre Roma, final de Felipe Schmidt e na Av. Rio Branco, que concentra uma série de empresas e serviços de saúde.

Figura 5 – Trajeto da Linha 4.



Fonte: A autora.

O questionário sugere um tempo de espera de 5, 10 ou 15 minutos e ainda três valores de tarifa: R\$ 0,50, R\$ 1,00 e R\$ 2,00. Com base nestes tempos de espera e tarifas, tem-se nove cenários a serem observados, como demonstra o quadro a seguir:

Quadro 1 – Tempo de Espera e Tarifa de cada cenário

Cenário	Tempo de Espera (min.)	Tarifa (R\$)
1	05	0,50
2	05	1,00
3	05	2,00
4	10	0,50
5	10	1,00
6	10	2,00
7	15	0,50
8	15	1,00
9	15	2,00

Fonte: Autora

Conhecendo-se a configuração das quatro linhas, foi estimado o tempo de viagem de cada uma, considerando a distância percorrida e o tempo necessário conforme o número de paradas para embarque e desembarque de passageiros.

Quadro 2 – Tempo de viagem de cada linha

Linha	Tempo de Viagem (min.)
Linha 1	9,2
Linha 2	9,5
Linha 3	9,9
Linha 4	13,2

Fonte: Autora

Com o tempo máximo de espera do usuário e o tempo de viagem de cada linha determinados, é possível obter o número de veículos necessário para atender ao sistema de transporte auxiliar, através da Equação 8:

$$NV_m^{rs} \geq \frac{2 \cdot t_{m,p}^{rs} \cdot N_{m,p}^{rs}}{\Delta T_p}$$

O número de veículos necessário para atender ao sistema de transporte proposto irá variar conforme o cenário. A Equação 8 garante que o número de veículos será suficiente para atender ao número de viagens e a demanda de passageiros.

Tendo conhecimento destes atributos, foi calculada função utilidade, da alternativa de viagem deste modal tanto para os usuários que se interessam pelo uso do transporte auxiliar, como para os que não demonstraram interesse na pesquisa. A função utilidade faz parte do modelo de planejamento de Araldi (2002) e é representada pela Equação 9:

$$U_{m,p}^{rs} = \sum_{i=1}^5 \beta_i \cdot a_{m,p,i}^{rs}$$

Com o resultado da função utilidade e com as informações de demanda é possível então obter o fluxo de passageiros de cada uma das quatro linhas desta alternativa de transporte auxiliar. O fluxo de passageiros é obtido através da Equação 10:

$$f_{m,p}^{rs} = q_p^{rs} \frac{e^{U_{m,p}^{rs}}}{\sum_{k=1}^3 e^{U_{k,p}^{rs}}}$$

Neste estudo, foi considerado um veículo de menor tamanho, para melhor circular no centro da cidade, com capacidade para 35 passageiros sentados e até 15 passageiros em pé, totalizando um total de 50 passageiros.

Com a capacidade do veículo, o fluxo de passageiros e o número de veículos necessários conhecidos, é verificada a viabilidade econômica para operar este sistema pela empresa, ou seja, qual o lucro obtido por dia neste sistema de transporte. Neste estudo, como o objetivo é verificar a viabilidade da alternativa de transporte, foi considerado viável o lucro positivo, de qualquer que seja o valor. Para determinar o lucro, será utilizada a Equação 6:

$$L = \sum_{rs} \sum_{m=2}^3 \sum_p f_{m,p}^{rs} \cdot TR_{m,p}^{rs} - \sum_{rs} \sum_{m=2}^3 \sum_p CV_m \cdot d^{rs} \cdot N_{m,p}^{rs} \\ - \sum_{rs} \sum_{m=2}^3 CF_m \cdot NV_m^{rs}$$

Os custos de operação (fixo e variável) foram obtidos através da Secretaria de Mobilidade Urbana de Florianópolis.

5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção será apresentada a análise do interesse de uso do sistema de transporte proposto através de cenários. No Apêndice 3 encontra-se a planilha com todos os cálculos realizados.

CENÁRIO 1:

Neste cenário é considerado o tempo de espera de 05 minutos e o valor da tarifa de R\$ 0,50. Utilizando as Equações já apresentadas anteriormente obtiveram-se os seguintes valores para a Função Utilidade, o número de veículos necessários para atender ao sistema a o fluxo de passageiros utilizando o sistema de transporte alternativo.

Quadro 3 – Valores considerados no Cenário 1

Nome da Linha	Função Utilidade	Número de Veículos	Fluxo de Passageiros
Linha 1	-24,498	4	3.941
Linha 2	-25,080	4	7.675
Linha 3	-25,856	7	17.008
Linha 4	-32,258	6	9.126

Fonte: Autora

O Cenário 1 apresentou um total de 37.750 passageiros utilizando o serviço, e uma necessidade de 21 veículos. O lucro da empresa, neste caso, foi negativo em R\$26.076,00.

CENÁRIO 2:

Neste cenário apenas o valor da tarifa foi modificado. O tempo máximo de espera permaneceu em 05 minutos e o valor da tarifa foi fixado em R\$ 1,00.

Quadro 4 – Valores considerados no Cenário 2

Nome da Linha	Função Utilidade	Número de Veículos	Fluxo de Passageiros
Linha 1	-25,748	4	3.112
Linha 2	-26,330	4	5.808
Linha 3	-27,106	5	12.652
Linha 4	-33,508	6	7.467

Fonte: Autora

O Cenário 2 apresentou um total de 29.039 passageiros, e uma necessidade de 19 veículos. O lucro da empresa, neste caso, continuou negativo em R\$11.976,00.

CENÁRIO 3:

Neste cenário, novamente, apenas o valor da tarifa foi modificado. O tempo máximo de espera permaneceu em 05 minutos e o valor da tarifa foi fixado em R\$ 2,00.

Quadro 5 – Valores considerados no Cenário 3

Nome da Linha	Função Utilidade	Número de Veículos	Fluxo de Passageiros
Linha 1	-28,248	4	1.867
Linha 2	-28,830	4	3.319
Linha 3	-29,606	4	5.600
Linha 4	-36,008	6	3.734

Fonte: Autora

O Cenário 3 apresentou um total de 14.520 passageiros, e uma necessidade de 18 veículos. O lucro da empresa, neste caso, continuou negativo em R\$10.168,00.

CENÁRIO 4:

Neste cenário os valores da tarifa e o tempo máximo de espera foram modificados. O tempo máximo de espera foi considerado 10 minutos e o valor da tarifa foi fixado em R\$ 0,50.

Quadro 6 – Valores considerados no Cenário 4

Nome da Linha	Função Utilidade	Número de Veículos	Fluxo de Passageiros
Linha 1	-29,898	2	3.112
Linha 2	-30,480	3	6.015
Linha 3	-31,256	5	12.652
Linha 4	-37,658	4	6.430

Fonte: Autora

O Cenário 4 apresentou um total de 28.209 passageiros, e uma necessidade de 14 veículos. O lucro da empresa, neste caso, continuou negativo em R\$14.428,00.

CENÁRIO 5:

Neste cenário apenas o valor da tarifa foi modificado. O tempo máximo de espera permaneceu em 10 minutos e o valor da tarifa foi fixado em R\$1,00.

Quadro 7 – Valores considerados no Cenário 5

Nome da Linha	Função Utilidade	Número de Veículos	Fluxo de Passageiros
Linha 1	-31,148	2	623
Linha 2	-31,730	2	1.245
Linha 3	-32,506	2	3.112
Linha 4	-38,908	3	1.245

Fonte: Autora

O Cenário 5 apresentou um total de 6.225 passageiros, e uma necessidade de 09 veículos. O lucro da empresa, neste caso, continuou negativo em R\$ 13.379,00.

CENÁRIO 6:

Neste cenário apenas o valor da tarifa foi modificado. O tempo máximo de espera permaneceu em 10 minutos e o valor da tarifa foi fixado em R\$ 2,00.

Quadro 8 – Valores considerados no Cenário 6

Nome da Linha	Função Utilidade	Número de Veículos	Fluxo de Passageiros
Linha 1	-33,648	2	1867
Linha 2	-34,230	2	2489
Linha 3	-35,006	2	4149
Linha 4	-41,408	3	2904

Fonte: Autora

O Cenário 6 apresentou um total de 11.409 passageiros, e uma necessidade de 09 veículos. O lucro da empresa, neste caso, foi positivo em R\$ 3.213,80.

CENÁRIO 7:

Neste cenário tomou-se como parâmetro o tempo máximo de espera de 15 minutos e o valor da tarifa foi fixado em R\$ 0,50.

Quadro 9 – Valores considerados no Cenário 7

Nome da Linha	Função Utilidade	Número de Veículos	Fluxo de Passageiros
Linha 1	-35,298	2	1245
Linha 2	-35,880	2	1660
Linha 3	-36,656	3	3734
Linha 4	-43,058	2	2282

Fonte: Autora

O Cenário 7 apresentou um total de 8.921 passageiros, e uma necessidade de 09 veículos. O lucro da empresa, neste caso, foi negativo em R\$ 10.770,00.

CENÁRIO 8:

Neste cenário tomou-se como parâmetro o tempo máximo de espera de 15 minutos e o valor da tarifa foi fixado em R\$ 1,00.

Quadro 10 – Valores considerados no Cenário 8

Nome da Linha	Função Utilidade	Número de Veículos	Fluxo de Passageiros
Linha 1	-36,548	2	1245
Linha 2	-37,13	2	1660
Linha 3	-37,906	2	3112
Linha 4	-44,308	2	2075

Fonte: Autora

O Cenário 8 apresentou um total de 8.092 passageiros, e uma necessidade de 08 veículos. O lucro da empresa, neste caso, foi negativo em R\$ 6.359,50.

CENÁRIO 9:

Neste cenário tomou-se como parâmetro o tempo máximo de espera de 15 minutos e o valor da tarifa foi fixado em R\$ 2,00.

Quadro11 – Valores considerados no Cenário 9

Nome da Linha	Função Utilidade	Número de Veículos	Fluxo de Passageiros
Linha 1	-39,048	2	1038
Linha 2	-39,630	2	1038
Linha 3	-40,406	2	1038
Linha 4	-46,808	2	1038

Fonte: Autora

O Cenário 9 apresentou um total de 4.152 passageiros, e uma necessidade de 08 veículos. O lucro da empresa, neste caso, foi negativo em R\$ 6.147,46.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No capítulo anterior podemos analisar como se comporta o fluxo de usuários para o transporte auxiliar de passageiros, conforme as tarifas e a demanda variam.

O quadro a seguir resume os resultados obtidos na simulação dos nove cenários.

Quadro 12 – Resultados obtidos na simulação

Cenário	Lucro da Empresa (R\$)	Número de Veículos	Fluxo de Passageiros
Cenário 1	-26.076,00	21	37.750
Cenário 2	-11.976,00	19	29.039
Cenário 3	-10.168,00	18	14.520
Cenário 4	-14.428,00	14	28.209
Cenário 5	-13.379,00	09	6.225
Cenário 6	3.213,80	09	11.409
Cenário 7	-10.770,00	09	8.921
Cenário 8	-6.359,50	08	8.092
Cenário 9	-6.147,46	08	4.152

Fonte: Autora

As tarifas e o tempo máximo de espera pelo serviço escolhidos para cada cenário foram baseados nas respostas dos questionários que foram aplicados com os usuários de transporte coletivo de Florianópolis.

O intuito do trabalho não é buscar a situação mais lucrativa para a empresa, porém o sistema de transporte auxiliar precisa ser viável economicamente para que possa existir.

Entre os cenários apresentados, apenas um mostrou um lucro positivo para a empresa, que foi o Cenário 06. Este cenário propôs um tempo de espera máximo de 10 minutos e um valor de tarifa de R\$ 2,00. Neste cenário são atendidos cerca de 11.400 passageiros, que representa um terço dos usuários que chegam diariamente no TICEN e que poderiam utilizar o sistema de transporte alternativo para o seu deslocamento.

O Cenário 1 é o cenário que apresenta o menor tempo de espera e a menor tarifa, 05 minutos e R\$ 0,50 centavos, e neste cenário tem-se um maior número de passageiros utilizando o serviço. Em contrapartida também é o cenário que apresenta o maior prejuízo para a empresa quanto à viabilidade econômica.

O estudo realizado preocupou-se em fazer com que o serviço prestado atendesse a todos os passageiros. Cada uma das quatro linhas

propostas apresentava um veículo no horário estabelecido, independente da demanda e caso a demanda ultrapassasse a capacidade do veículo, considerava-se o custo (fixo e variável) de mais um veículo extra. No cenário 7, por exemplo, a Linha 3 apresenta uma capacidade, no tempo de espera estabelecido, de atender 3.600 passageiros. Porém o estudo da demanda mostrou um fluxo de 3.734 passageiros, tendo, portanto 134 passageiros a mais. Neste caso, um veículo a mais foi disponibilizado afim de não deixar passageiros sem o serviço.

Os dados coletados, através dos questionários, não foram separados por diferentes períodos do dia, foi considerado um único período. Uma pesquisa que levasse em consideração o comportamento dos usuários nos diferentes períodos do dia (horários de pico, por exemplo), poderia estimar mais precisamente a necessidade dos veículos. Nem todos os períodos do dia precisam de viagens extras, e estimar de forma mais precisa essa necessidade otimiza o sistema, podendo fazer com que este tenha um lucro maior. Assim, outros cenários poderiam ser economicamente viáveis e atender a uma parcela maior da população.

Dadas as informações que se tem, pode-se verificar que a implantação de um serviço de transporte auxiliar para o transporte de passageiros para o centro da cidade de Florianópolis, após a sua chegada ao TICEN, atrairia uma significável parcela da população que chega ao Centro todos os dias. Além disso, esta alternativa é economicamente viável do ponto de vista da empresa de transporte, quando considerado que esta deve ter um lucro positivo.

A implantação de um transporte auxiliar como este mostrado, além de ser atrativo para os usuários que já utilizam o transporte público, como podemos verificar, também pode tornar-se uma alternativa para quem utiliza o modal particular (automóvel) para se deslocar até o Centro da cidade. Ocorrendo esta migração do automóvel para o ônibus, ocorrerá também uma melhoria nas condições de trânsito, uma vez que se diminui o número de carros nas ruas, além de melhorar os níveis de poluição e evitar problemas no que diz respeito aos estacionamento (encontrar uma vaga, preço, entre outros).

Este estudo considerou as informações de demanda e as informações obtidas durante a realização do questionário como invariáveis durante o dia. Como recomendação para trabalhos futuros pode-se dividir o dia em períodos de tempo menores que apresentem um mesmo comportamento. Outra recomendação é trabalhar com o sistema desregulamentado, com as tarifas variando conforme o período do dia.

A análise foi feita considerando uma frota homogênea, veículos com a mesma capacidade, e uma única configuração da rede. Outra

recomendação seria aplicar o estudo para outra rede, para linhas diferentes das determinadas neste estudo, ou então considerar a frota heterogênea, veículos menor ou mais capacidade, dependendo da demanda a ser atendida.

REFERÊNCIAS

ARAGÓN, F. R. C. e LEAL, J. E. Redefinição automática da rede de transporte coletivo para alocação de fluxo de equilíbrio. **Transportes**, vol. 6, n. 2, 1998.

ARAGÓN, F. R. C. e LEAL, J. E. Alocação de fluxos de passageiros em uma rede de transporte público de grande porte formulado como um problema de inequações variacionais. **Pesquisa Operacional**, vol. 23, n. 2, 2003.

ARALDI, A. R. A. **Modelo de Planejamento de Oferta de Serviços de um Sistema de Transporte Público Multimodal**: Análise dos Efeitos da Desregulamentação do Setor de Transporte Público. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

BALASSIANO, R. Transporte por vans: o que considerar no processo de regulamentação. **Transportes**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, , 1996.

BOARETO, R. “Leva e Traz” Project: The fight against the clandestine transportation through the supplementary operation system in Ribeirão Preto, SP Brazil. **URBAN MOBILITY FOR ALL. PROCEEDINGS OF THE 10TH INTERNATIONAL CODATU CONFERENCE**. 2002.

CAUCHICK M. P., Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. **Elsevier**, Rio de Janeiro, 2010.

CEDER, A. Efficient timetabling and vehicle scheduling for public transport. VOSS, S.; DADUNA, J. R. (Eds.) **Computer-aided Transit Scheduling, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems**, Springer, v. 505, p. 37–52, 2001.

CORREA, P. R. B. **Congestión y Equilibrio en Redes de Transporte Público**. Dissertação de Mestrado em Ciências da Engenharia, Universidad de Chile. 2012.

COSTA, A. The organization of urban public transport system in western European metropolitan areas. **Transportation Research**, Part A: Policy and Practice, Vol. 30, 1996.

DARONCHO, C. Proposta de expansão da Ponte Orca: entre o Museu do Ipiranga e a Estação Alto do Ipiranga do metrô. **VI Congresso Nacional de Iniciação Científica**. São Paulo, SP, 2007.

EL-HIFNAWI, M. B.: Cross-town bus routes as a solution for decentralized travel: a cost-benefit analysis for Monterrey, Mexico. **Transportation Research**, Part A: Policy and Practice, Vol. 36, 2002.

FLORIANÓPOLIS. Prefeitura Municipal. Secretaria de Mobilidade Urbana.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico: resultados preliminares. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> . Acesso em: 15 de setembro de 2013.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br>> . Acesso em: 13 de outubro de 2013.

FLORIAN, M. A Traffic Equilibrium Model of Travel by Car and Public Transit Model. **Transport Science**, Vol. 11, No. 2, 1977.

JAMMAL, M. F; RAIA JUNIOR, A. A importância dos requisitos de qualidade do transporte coletivo urbano na escolha modal. **XXII Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes**, Fortaleza, CE. 2008.

JIMENEZ, J. J. Comparative evaluation of bus transit performance: Case study of Toluca, Mexico, and Philadelphia, Pennsylvania. **Transportation Research**, Part A: Policy and Practice, Vol. 31, 1997.

KARLAFTIS, M. G., MCCARTHY, P. Operating subsidies and performance in public transit: an empirical study. **Transportation Research**, Part A: Policy and Practice, Vol. 32, 1998.

MARTINS, R. A. **Abordagens Quantitativa e Qualitativa**. In: MIGUEL, P. A. C. (coord.). Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MORABITO NETO, R.; PUREZA, V. **Modelagem e simulação**. In: MIGUEL, P. A. C. (coord.). Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

PAIVA, C. **Modelos Tradicionais Transporte e Tráfego**. ANTP. 2010.

PRATA, B. A. Programação Integrada de Veículos e Motoristas: Uma visão geral, **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, v. 4, n. 3, pp. 182–204, 2009.

REED, T. B. Waiting for public transit: The utility of real-time schedule information. **Transportation Research**, Part A: Policy and Practice, Vol. 31, 1997

SILVA, B. R. **Análise da mobilidade por transporte coletivo na cidade de Florianópolis**. Monografia. Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SILVA, B. R. **Análise da mobilidade por transporte coletivo após a Implantação do sistema integrado - estudo de caso para Florianópolis**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

SOUZA, M. J. F., SILVA, G. P., SIMÕES, E. M. L., Programação de Ônibus Urbano: uma Abordagem Heurística. **Confederação Nacional do Transporte (CNT), Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte (ANPET)**, v.1, n.1, pp. 39-57, Brasília, 2006.

TEDESCO, G. G. **Metodologia para elaboração do diagnóstico de um sistema de transporte**. Dissertação de Mestrado em Transportes. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, 2007.

TISATO, P. Service unreliability and bus subsidy. **Transportation Research**, Part A: Policy and Practice, Vol. 32, 1998.

VASCONCELLOS, E. de A; MENDONÇA, A. Política nacional de Transporte público no Brasil: organização e implantação de corredores

de ônibus. **Revista dos Transportes Públicos**. São Paulo, ano 31, nº. 118, pp. 73-95.

WARDROP J. G. Some Theoretical Aspects of Road Traffic Research. **Proc. Instn. Civ. Engrs.**, Part 2, pp. 325-378, 1952.

APÊNDICE A – Questionário**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Esta pesquisa é parte integrante de uma dissertação de Mestrado que está sendo desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, e tem por objetivo identificar o comportamento dos usuários dos sistemas de transporte urbano, nos deslocamentos realizados para fins de trabalho, estudo e compras. Gostaríamos de contar com sua valiosa colaboração. Desde já agradecemos. ORLab (048) 3721-7095

A. Principal motivo da viagem:

() Trabalho () Escola () Compras () Serviços () Lazer

B. Destino: _____

C. Caso existisse um transporte auxiliar realizando o transporte de passageiros no centro da cidade:

1. Você utilizaria?

() SIM () NÃO

2. Qual o tempo máximo esperaria?

() 5 min () 10 min () 15 min

3. Até quanto estaria disposto a pagar?

() R\$0,50 () R\$1,00 () R\$2,00

D. Outras opções de destino: _____

APÊNDICE B – Resultado dos questionários

A seguir serão apresentados os resultados da pesquisa realizada com os 270 usuários do transporte público de Florianópolis que tem como destino o centro da cidade:

	Principal motivo da viagem					Destino	Utilizaria transp. auxiliar		Tempo máx. espera			Quanto pagaria (R\$)		
	Trabalho	Escola	Compras	Serviço	Lazer		Sim	Não	5	10	15	0,50	1,00	2,00
1	1					Ten Silveira	1			1			1	
2	1					Esteves Jr		1						
3			1			Felipe Schmidt		1						
4				1		Praça Bombeiros	1				1			1
5	1					Rio Branco	1			1			1	
6	1					Gama d'Êça	1		1					1
7	1					Felipe Schmidt	1		1			1		
8		1				Felipe Schmidt		1						
9				1		ARS		1						
10					1	Praça XV	1		1				1	
11			1			Vidal Ramos	1		1					1
12	1					Rio Branco	1				1			1
13	1					Rio Branco	1			1				1
14	1					Bocaiúva	1				1			1
15	1					Ceisa Center	1				1		1	
16			1			Ten Silveira	1							
17				1		Cons Mafra	1		1				1	
18	1					Ten Silveira	1			1				1
19			1			Mercado		1						
20					1	Praça XV		1						
21		1				Praça XV	1			1				1

22	1					Cons Mafra		1						
23	1					Rita Maria		1						
24	1					ARS		1						
25	1					Felipe Schmidt		1						
26			1			Mercado		1						
27			1			Felipe Schmidt		1						
28	1					Vidal Ramos	1			1			1	
29	1					Ceisa Center	1		1					1
30		1				Ten Silveira	1			1			1	
31		1				Ten Silveira		1						
32				1		Cons Mafra		1						
33					1	Beira Mar		1						
34					1	Beira Mar		1						
35				1		Fco Tolentino		1						
36				1		Padre Roma	1		1				1	
37	1					Vidal Ramos	1			1		1		
38	1					Felipe Schmidt	1		1				1	
39			1			Felipe Schmidt	1			1				1
40	1					Mercado		1						
41	1					Ceisa Center	1			1				1
42	1					Felipe Schmidt	1		1				1	
43		1				Felipe Schmidt	1			1			1	
44			1			Felipe Schmidt	1			1		1		
45	1					Vidal Ramos	1			1		1		

46	1					Felipe Schmidt		1					
47	1					Praça XV		1					
48	1					Jer. Coelho		1					
49	1					Trajano		1					
50		1				Cons Mafra		1					
51				1		Vidal Ramos	1		1			1	
52			1			Vidal Ramos	1			1			1
53			1			Felipe Schmidt	1		1			1	
54					1	Beira Mar	1			1			1
55	1					Esteves Jr	1				1		1
56	1					Rio Branco	1			1			1
57	1					Gama d'Éça	1				1		1
58		1				Praça XV	1			1		1	
59	1					Vidal Ramos	1			1			1
60	1					Hercílio Luz	1			1		1	
61	1					Pç Pereira Oliveira	1			1		1	
62		1				Cons Mafra		1					
63			1			Trajano	1		1			1	
64				1		Pç Bombeiros	1				1		1
65	1					Vidal Ramos	1			1		1	
66	1					Rio Branco	1		1			1	
67	1					Felipe Schmidt	1			1		1	
68					1	Praça XV	1			1			1
69					1	Praça XV	1		1			1	

70			1			Ten Silveira	1			1			1
71			1			Ceisa Center	1			1		1	
72	1					Fco Tolentino		1					
73	1					Cons Mafra		1					
74	1					Felipe Schmidt		1					
75	1					Mercado		1					
76	1					Ten Silveira	1			1			1
77		1				Cons Mafra		1					
78			1			Rio Branco	1			1			1
79	1					Felipe Schmidt		1					
80	1					Jer. Coelho		1					
81	1					Gama d'Éça	1			1			1
82	1					Hosp Caridade	1		1			1	
83	1					IEE	1			1		1	
84	1					ARS		1					
85				1		Ten Silveira		1					
86				1		Cons Mafra		1					
87	1					Vidal Ramos		1					
88	1					Rio Branco	1			1		1	
89	1					Pç Bombeiros	1			1			1
90	1					Pç XV	1			1			1
91	1					Pç Pereira Oliveira	1			1		1	
92	1					Alm. Lamego	1			1		1	
93	1					Bocaiúva	1			1		1	

94		1				Ten Silveira	1			1			1
95	1					Vidal Ramos	1			1		1	
96			1			Ceisa Center	1		1		1		
97		1				Cons Mafra		1					
98	1					Mercado		1					
99				1		Esteves Jr	1		1				1
100	1					Esteves Jr	1		1			1	
101	1					Bocaiúva	1		1		1		
102	1					Ten Silveira	1		1			1	
103					1	Pç XV	1		1				1
104	1					Alm. Lamego	1			1		1	
105	1					Pç Bombeiros	1		1			1	
106			1			Mercado		1					
107	1					Ten Silveira		1					
108	1					Vidal Ramos		1					
109	1					Cons Mafra		1					
110	1					Padre Roma		1					
111		1				Cons Mafra		1					
112	1					Ceisa Center	1		1		1		
113	1					Ifsc	1			1			1
114	1					Mauro Ramos	1		1				1
115	1					IEE	1			1			1
116		1	1			Padre Roma	1		1			1	
117			1			Felipe Schmidt		1					

118			1			Vidal Ramos	1			1			1	
119	1					Pç XV		1						
120	1					Hercílio Luz	1			1		1		
121	1					Rio Branco	1				1			1
122	1					Hercílio Luz	1			1				1
123	1					Arcipreste Paiva	1				1			1
124				1		Cons Mafra		1						
125				1		Trajano		1						
126					1	Pç XV		1						
127	1					Dib Mussi	1			1		1		
128	1					Gama d'Éça	1			1			1	
129	1					Rio Branco	1		1					1
130	1					Ten Silveira	1				1			1
131	1					Pç XV		1						
132		1				Alm. Lamego	1		1			1		
133				1		Pç Bombeiros	1			1			1	
134	1					Mercado	1			1			1	
135		1				Ten Silveira	1		1				1	
136						Vidal Ramos	1			1				1
137				1		Cons Mafra	1				1		1	
138	1					Padre Roma	1			1				1
139	1					Cons Mafra		1						
140				1		Ceisa Center		1						
141					1	Ifsc	1		1			1		

142			1			Mauro Ramos	1			1			1	
143			1			IEE	1			1				1
144	1					Padre Roma	1			1				1
145			1			Felipe Schmidt	1				1			1
146			1			Vidal Ramos		1						
147	1					Vidal Ramos		1						
148	1					Ceisa Center	1				1	1		
149	1					Ten Silveira	1			1		1		
150	1					Ten Silveira	1		1			1		
151		1				Cons Mafra	1			1				1
152			1			Beira Mar	1		1					1
153				1		Beira Mar	1			1				1
154			1			Fco Tolentino	1				1		1	
155					1	Padre Roma	1			1				1
156			1			Vidal Ramos		1						
157			1			Felipe Schmidt		1						
158			1			Felipe Schmidt	1			1		1		
159	1					Mercado	1			1			1	
160		1				Beira Mar	1			1		1		
161			1			Beira Mar	1			1			1	
162			1			Ceisa Center	1		1					1
163					1	Cons Mafra	1				1		1	
164					1	Fco Tolentino		1						
165					1	Felipe Schmidt		1						

166	1					Felipe Schmidt		1						
167	1					Mercado	1			1				1
168	1					Padre Roma		1						
169	1					Ten Silveira	1			1			1	
170	1					Ten Silveira		1						
171	1					Vidal Ramos	1		1					1
172	1					Vidal Ramos	1			1				1
173		1				Esteves Jr	1			1				1
174			1			Felipe Schmidt		1						
175	1					Praça Bombeiros		1						
176	1					Rio Branco	1		1				1	
177	1					Gama d'Éça	1			1			1	
178	1					Felipe Schmidt		1						
179	1					Felipe Schmidt		1						
180	1					ARS	1		1				1	
181	1					Praça XV	1				1		1	
182						Vidal Ramos	1			1		1		
183			1			Rio Branco	1		1					1
184				1		Rio Branco	1			1			1	
185				1		Bocaiúva		1						
186	1					Ceisa Center	1			1				1
187	1					Ten Silveira	1				1	1		
188	1					Cons Mafra	1			1				1
189	1					Ten Silveira		1						

190	1					Mercado	1			1		1		
191						Praça XV	1			1				1
192	1				1	Praça XV	1			1			1	
193			1			Cons Mafra	1			1		1		
194	1					Praça Bombeiros		1						
195						Rio Branco		1						
196				1		Gama d'Éça	1				1		1	
197	1					Felipe Schmidt		1						
198			1			Felipe Schmidt	1		1				1	
199			1			ARS		1						
200				1		Praça XV		1						
201	1					Vidal Ramos	1		1					1
202	1					Rio Branco	1			1			1	
203	1					IEE	1				1			1
204	1					Padre Roma		1						
205				1		Felipe Schmidt	1			1			1	
206						Vidal Ramos	1		1				1	
207			1			Pç XV	1				1			1
208					1	Hercílio Luz	1			1			1	
209	1					Rio Branco	1				1			1
210	1					Hercílio Luz		1						
211	1					Arcipreste Paiva	1			1		1		
212	1					Cons Mafra	1		1			1		
213	1					Trajano	1			1			1	

214			1			IEE	1				1			1
215				1		Padre Roma	1		1					1
216						Felipe Schmidt		1						
217		1				Vidal Ramos	1		1			1		
218					1	Pç XV	1		1					1
219					1	Hercílio Luz	1			1		1		
220					1	Rio Branco	1				1		1	
221					1	Hercílio Luz	1			1				1
222				1		Arcipreste Paiva	1				1		1	
223			1			Cons Mafra	1			1		1		
224			1			ARS		1						
225	1					Vidal Ramos		1						
226	1					Ten Silveira	1			1		1		
227	1					Ten Silveira	1				1			1
228	1					Rio Branco	1		1					1
229	1					Rio Branco		1			1			
230	1					Praça XV	1			1			1	
231			1			Praça XV	1		1					1
232		1				Praça XV		1						
233	1					Mercado		1						
234	1					Cons Mafra	1		1				1	
235		1				Cons Mafra	1			1		1		
236			1			Ceisa Center	1				1		1	
237					1	Bocaiúva	1		1					1

238					1	Alm. Lamego	1				1	1		
239	1					Esteves Jr	1		1				1	
240	1					Padre Roma	1				1	1		
241	1					Vidal Ramos		1						
242				1		Praça XV		1						
243				1		Dib Mussi		1						
244	1					Rio Branco	1			1		1		
245			1			Gama d'Éça	1			1				1
246	1					Ifsc	1		1			1		
247					1	Hercílio Luz	1		1				1	
248	1					Esteves Jr	1				1			1
249	1					Cons Mafra		1						
250	1					Felipe Schmidt		1						
251	1					Trompowski		1						
252	1					Rio Branco	1			1		1		
253			1			Esteves Jr	1				1		1	
254	1					Alm. Lamego	1			1			1	
255					1	Vidal Ramos	1				1		1	
256					1	Ten Silveira	1			1			1	
257	1					Trompowski	1			1		1		
258	1					Trompowski	1			1		1		
259	1					Ten Silveira	1			1				1
260			1			Beira Mar	1		1			1		
261	1					Beira Mar	1		1				1	

262	1					Hercílio Luz	1				1			1
263	1					Rio Branco	1			1			1	
264					1	Hercílio Luz		1						
265					1	Arcipreste Paiva		1						
266				1		Cons Mafra		1						
267					1	ARS	1		1			1		
268	1					Vidal Ramos	1			1		1		
269	1					Felipe Schmidt	1				1			1
270	1					Ten Silveira	1			1			1	

Com a aplicação dos 270 questionários, obtemos os seguintes resultados:

Principal motivo da viagem:

Motivo	Quantidade	%
Trabalho	146	55,19
Escola	21	8,15
Compras	44	16,30
Serviço	27	10
Lazer	28	10,37

Caso existisse um transporte auxiliar realizando o transporte de passageiros no centro da cidade:

Você utilizaria?

Resposta	Quantidade	%
Sim	182	67
Não	88	33

Qual o tempo máximo esperaria?

Resposta	Quantidade	%
5 minutos	46	25,27
10 minutos	93	51,10
15 minutos	43	23,63

Até quanto estaria disposto a pagar?

Resposta	Quantidade	%
R\$0,50	42	23,08
R\$1,00	69	37,91
R\$2,00	71	39,01

APÊNDICE C – Cenários

A seguir será apresentada a planilha utilizada para fazer os cálculos de cada cenário.

ANÁLISE DE CENÁRIOS

i	Atributo	beta_i	Coef.	rs		m	Modal	KM		VEL	(km/h)
1	t viagem	beta_1	-1,94	1	Linha 1	1	Convenc.	Linha 1	4,6	Modal 1	3
2	t espera	beta_2	-1,08	2	Linha 2	2	Misto	Linha 2	4,75	Modal 2	30
3	custo	beta_3	-2,5	3	Linha 3			Linha 3	4,95		
				4	Linha 4			Linha 4	6,6		

a_rs_m_i															
a_1_m_i				a_2_m_i				a_3_m_i				a_4_m_i			
a_1_1_i	Val. Atrib.	a_1_2_i	Val. Atrib.	a_2_1_i	Val. Atrib.	a_2_2_i	Val. Atrib.	a_3_1_i	Val. Atrib.	a_3_2_i	Val. Atrib.	a_4_1_i	Val. Atrib.	a_4_2_i	Val. Atrib.
a_1_1_1		a_1_2_1		a_2_1_1		a_2_2_1		a_3_1_1		a_3_2_1		a_4_1_1		a_4_2_1	t viagem
a_1_1_2	0	a_1_2_2		a_2_1_2	0	a_2_2_2		a_3_1_2	0	a_3_2_2		a_4_1_2	0	a_4_2_2	t espera
a_1_1_3	0	a_1_2_3		a_2_1_3	0	a_2_2_3		a_3_1_3	0	a_3_2_3		a_4_1_3	0	a_4_2_3	custo

CENÁRIOS			DEMANDA				
	t espera	custo	D. Total	1	2	3	4
1	5	0,5	10	2	1	5	2
2	5	1	21	2	3	9	7
3	5	2	15	0	4	7	4
4	10	0,5	28	2	8	13	5
5	10	1	30	3	6	15	6
6	10	2	35	4	7	15	9
7	15	0,5	4	0	0	3	1
8	15	1	19	1	3	10	5
9	15	2	20	5	5	5	5
CENÁRIO 1							

D. Acumulada	1	2	3	4
182	19	37	82	44
140	15	28	61	36
70	9	16	27	18
136	15	29	61	31
104	13	21	45	25
55	9	12	20	14
43	6	8	18	11
39	6	8	15	10
20	5	5	5	5

		DEMANDA				
t espera	custo	D. Total	D. Linha 1	D. Linha 2	D. Linha 3	D. Linha 4
5	0,5	182	19	37	82	44
	%	0,674	0,070	0,137	0,303	0,162
	* 56000	37748	3940,7	7674,1	17007	9125,9
	Arredond	37749	3941	7675	17008	9126

beta_i	Coef.
beta_1	-1,94
beta_2	-1,08
beta_3	-2,5

KM	
Linha 1	4,6
Linha 2	4,75
Linha 3	4,95
Linha 4	6,6

VEL	(km/h)	(km/min)
Modal 1	4	0,0667
Modal 2	15	0,25

a_rs_m_i																
a_1_m_i				a_2_m_i				a_3_m_i				a_4_m_i				
a_1_1_i	Val. Atrib.	a_1_2_i	Val. Atrib.	a_2_1_i	Val. Atrib.	a_2_2_i	Val. Atrib.	a_3_1_i	Val. Atrib.	a_3_2_i	Val. Atrib.	a_4_1_i	Val. Atrib.	a_4_2_i		Val. Atrib.
a_1_1_1	34,5	a_1_2_1	9,2	a_2_1_1	35,625	a_2_2_1	9,5	a_3_1_1	37,125	a_3_2_1	9,9	a_4_1_1	49,5	a_4_2_1		13,2
a_1_1_2	0	a_1_2_2	5	a_2_1_2	0	a_2_2_2	5	a_3_1_2	0	a_3_2_2	5	a_4_1_2	0	a_4_2_2		5
a_1_1_3	0	a_1_2_3	0,5	a_2_1_3	0	a_2_2_3	0,5	a_3_1_3	0	a_3_2_3	0,5	a_4_1_3	0	a_4_2_3	0,5	
Linha 1		Linha 1		Linha 2		Linha 2		Linha 3		Linha 3		Linha 4		Linha 4		
Convenc.		Misto		Convenc.		Misto		Convenc.		Misto		Convenc.		Misto		

F. Utilidade (U_rs_m)				
U11	-66,93	U12	-24,5	Linha 1
U21	-69,11	U22	-25,08	Linha 2
U31	-72,02	U32	-25,86	Linha 3
U41	-96,03	U42	-32,26	Linha 4
Convenc		Misto		

FLUXO DE PASSAGEIROS (F_RS_M)				
F11	1E-15	F12	3941	Linha 1
F21	6E-16	F22	7675	Linha 2
F31	2E-16	F32	17008	Linha 3
F41	2E-24	F42	9126	Linha 4
Convenc		Misto		

Numero de Viagens		
t espera	N viag por h	N viag dia
5	12	216

(6-22h)

Cap Veic.	50
-----------	----

Custo Fixo	691
------------	-----

Custo Var.	5,93
------------	------

T Viagem	
Linha 1	9,2
Linha 2	9,5
Linha 3	9,9
Linha 4	13,2

N. Veic.	
Linha 1	3,68
Linha 2	3,8
Linha 3	3,96
Linha 4	5,28

4446

(Eq 7)

Cap*N	Fluxo			
10800	3941	OK	Linha 1	0
10800	7675	OK	Linha 2	0
10800	17008	ERRO	Linha 3	6208
10800	9126	OK	Linha 4	0

Viagens		Viagens/h		N. Veic Extra	
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
124,16	125	6,9444	7	2,31	3
0	0	0	0	0	0

-6859

-3125

6208

-1674

Viabilidade Econômica - Empresa			
	1º som	2º som	3º som
	F*TR	CV*d*N	CF*NV
Linha 1	1970,5	5892	2764
Linha 2	3837,5	6084,2	2764
Linha 3	8504	10010	4837
Linha 4	4563	8453,8	4146
Total	18875	30440	14511

LUCRO	-26.076
-------	---------

CENÁRIO 2

		DEMANDA				
t espera	custo	D. Total	D. Linha 1	D. Linha 2	D. Linha 3	D. Linha 4
5	1	140	15	28	61	36
	%	0,518	0,055	0,103	0,225	0,133
	* 56000	29037	3111,1	5807,4	12652	7466,7
	Arredond	29038	3112	5808	12652	7467

beta_i	Coef.
beta_1	-1,94
beta_2	-1,08
beta_3	-2,5

KM	
Linha 1	4,6
Linha 2	4,75
Linha 3	4,95
Linha 4	6,6

VEL	(km/h)	(km/min)
Modal 1	4	0,0667
Modal 2	15	0,25

a_rs_m_i															
a_1_m_i				a_2_m_i				a_3_m_i				a_4_m_i			
a_1_1_i	Val. Atrib.	a_1_2_i	Val. Atrib.	a_2_1_i	Val. Atrib.	a_2_2_i	Val. Atrib.	a_3_1_i	Val. Atrib.	a_3_2_i	Val. Atrib.	a_4_1_i	Val. Atrib.	a_4_2_i	Val. Atrib.
a_1_1_1	34,5	a_1_2_1	9,2	a_2_1_1	35,625	a_2_2_1	9,5	a_3_1_1	37,125	a_3_2_1	9,9	a_4_1_1	49,5	a_4_2_1	13,2
a_1_1_2	0	a_1_2_2	5	a_2_1_2	0	a_2_2_2	5	a_3_1_2	0	a_3_2_2	5	a_4_1_2	0	a_4_2_2	5
a_1_1_3	0	a_1_2_3	1	a_2_1_3	0	a_2_2_3	1	a_3_1_3	0	a_3_2_3	1	a_4_1_3	0	a_4_2_3	1

F. Utilidade (U_rs_m)				
U11	-66,93	U12	-25,75	Linha 1
U21	-69,11	U22	-26,33	Linha 2
U31	-72,02	U32	-27,11	Linha 3
U41	-96,03	U42	-33,51	Linha 4
Convenc		Misto		

FLUXO DE PASSAGEIROS (F_RS_M)				
F11	4E-15	F12	3112	Linha 1
F21	2E-15	F22	5808	Linha 2
F31	4E-16	F32	12652	Linha 3
F41	5E-24	F42	7467	Linha 4
Convenc		Misto		

Numero de Viagens			(6-22h)
t espera	N viag por h	N viag dia	
5	12	216	

Cap Veic.	50
--------------	----

Custo Fixo	691
---------------	-----

Custo Var.	5,93
---------------	------

T Viagem	
Linha 1	9,2
Linha 2	9,5
Linha 3	9,9
Linha 4	13,2

N. Veic.		
Linha 1	3,68	4
Linha 2	3,8	4
Linha 3	3,96	4
Linha 4	5,28	6

(Eq 7)

Cap*N	Fluxo									
10800	3112	OK	Linha 1	0	0	0	0	0	0	-7688
10800	5808	OK	Linha 2	0	0	0	0	0	0	-4992
10800	12652	ERRO	Linha 3	1852	37,04	38	2,1111	2	0,66	1852
10800	7467	OK	Linha 4	0	0	0	0	0	0	-3333

Viabilidade Econômica - Empresa			
	1º som	2º som	3º som
	F*TR	CV*d*N	CF*NV
Linha 1	3112	5892	2764
Linha 2	5808	6084,2	2764
Linha 3	12652	7455,8	3455
Linha 4	7467	8453,8	4146
Total	29039	27886	13129

LUCRO	-11.976
-------	---------

CENÁRIO 3

		DEMANDA				
t espera	custo	D. Total	D. Linha 1	D. Linha 2	D. Linha 3	D. Linha 4
5	2	70	9	16	27	18
	%	0,259	0,033	0,059	0,100	0,066
	* 56000	14519	1866,7	3318,5	5600	3733,3
	Arredond	14519	1867	3319	5600	3734

beta_i	Coef.
beta_1	-1,94
beta_2	-1,08
beta_3	-2,5

KM	
Linha 1	4,6
Linha 2	4,75
Linha 3	4,95
Linha 4	6,6

VEL	(km/h)	(km/min)
Modal 1	4	0,0667
Modal 2	15	0,25

a_rs_m_i																
a_1_m_i				a_2_m_i				a_3_m_i				a_4_m_i				
a_1_1_i	Val. Atrib.	a_1_2_i	Val. Atrib.	a_2_1_i	Val. Atrib.	a_2_2_i	Val. Atrib.	a_3_1_i	Val. Atrib.	a_3_2_i	Val. Atrib.	a_4_1_i	Val. Atrib.	a_4_2_i	Val. Atrib.	
a_1_1_1	34,5	a_1_2_1	9,2	a_2_1_1	35,625	a_2_2_1	9,5	a_3_1_1	37,125	a_3_2_1	9,9	a_4_1_1	49,5	a_4_2_1	13,2	t viagem
a_1_1_2	0	a_1_2_2	5	a_2_1_2	0	a_2_2_2	5	a_3_1_2	0	a_3_2_2	5	a_4_1_2	0	a_4_2_2	5	t espera
a_1_1_3	0	a_1_2_3	2	a_2_1_3	0	a_2_2_3	2	a_3_1_3	0	a_3_2_3	2	a_4_1_3	0	a_4_2_3	2	custo

F. Utilidade (U_rs_m)				
U11	-66,93	U12	-28,25	Linha 1
U21	-69,11	U22	-28,83	Linha 2
U31	-72,02	U32	-29,61	Linha 3
U41	-96,03	U42	-36,01	Linha 4

Convenc

Misto

FLUXO DE PASSAGEIROS (F_RS_M)				
F11	3E-14	F12	1867	Linha 1
F21	1E-14	F22	3319	Linha 2
F31	2E-15	F32	5600	Linha 3
F41	3E-23	F42	3734	Linha 4
Convenc		Misto		

Numero de Viagens			(6-22h)
t espera	N viag por h	N viag dia	
5	12	216	

Cap Veic.	50
Custo Fixo	691
Custo Var.	5,93

T Viagem	
Linha 1	9,2
Linha 2	9,5
Linha 3	9,9
Linha 4	13,2

N. Veic.		
Linha 1	3,68	4
Linha 2	3,8	4
Linha 3	3,96	4
Linha 4	5,28	6

(Eq 7)

Cap*N	Fluxo				Viagens		Viagens/h		N. Veic Extra		
10800	1867	OK	Linha 1	0	0	0	0	0	0	0	-8933
10800	3319	OK	Linha 2	0	0	0	0	0	0	0	-7481
10800	5600	OK	Linha 3	0	0	0	0	0	0	0	-5200
10800	3734	OK	Linha 4	0	0	0	0	0	0	0	-7066

F. Utilidade (U_rs_m)				
U11	-66,93	U12	-29,9	Linha 1
U21	-69,11	U22	-30,48	Linha 2
U31	-72,02	U32	-31,26	Linha 3
U41	-96,03	U42	-37,66	Linha 4
Convenc		Misto		

FLUXO DE PASSAGEIROS (F_RS_M)				
F11	3E-13	F12	3112	Linha 1
F21	1E-13	F22	6015	Linha 2
F31	2E-14	F32	12652	Linha 3
F41	3E-22	F42	6430	Linha 4
Convenc		Misto		

Numero de Viagens		
t espera	N viag por h	N viag dia
10	6	108

(6-22h)

Cap Veic.	50
-----------	----

Custo Fixo	691
------------	-----

Custo Var.	5,93
------------	------

T Viagem	
Linha 1	9,2
Linha 2	9,5
Linha 3	9,9
Linha 4	13,2

N. Veic.	
Linha 1	1,84
Linha 2	1,9
Linha 3	1,98
Linha 4	2,64

2
2
2
3

(Eq 7)

Cap*N	Fluxo				Viagens		Viagens/h		N. Veic Extra		
5400	3112	OK	Linha 1	0	0	0	0	0	0	0	-2288
5400	6015	ERRO	Linha 2	615	12,3	13	0,7222	1	0,3167	1	615
5400	12652	ERRO	Linha 3	7252	145,04	146	8,1111	8	2,64	3	7252
5400	6430	ERRO	Linha 4	1030	20,6	21	1,1667	1	0,44	1	1030

Viabilidade Econômica - Empresa			
	1º som	2º som	3º som
	F*TR	CV*d*N	CF*NV
Linha 1	1556	2946	1382
Linha 2	3007,5	3408,3	2073
Linha 3	6326	7455,8	3455
Linha 4	3215	5048,8	2764
Total	14105	18859	9674
LUCRO	-14.428		

CENÁRIO 5

		DEMANDA				
t espera	custo	D. Total	D. Linha 1	D. Linha 2	D. Linha 3	D. Linha 4
10	1	30	3	6	15	6
	%	0,11111	0,01111	0,02222	0,0555	0,0222
	* 56000	6222,2	622,22	1244,4	3111,1	1244,4
	Arredond	6223	623	1245	3112	1245

beta_i	Coef.
beta_1	-1,94
beta_2	-1,08
beta_3	-2,5

KM	
Linha 1	4,6
Linha 2	4,75
Linha 3	4,95
Linha 4	6,6

VEL	(km/h)	(km/min)
Modal 1	4	0,0667
Modal 2	15	0,25

a_rs_m_i															
a_1_m_i				a_2_m_i				a_3_m_i				a_4_m_i			
a_1_1_i	Val. Atrib.	a_1_2_i	Val. Atrib.	a_2_1_i	Val. Atrib.	a_2_2_i	Val. Atrib.	a_3_1_i	Val. Atrib.	a_3_2_i	Val. Atrib.	a_4_1_i	Val. Atrib.	a_4_2_i	Val. Atrib.
a_1_1_1	34,5	a_1_2_1	9,2	a_2_1_1	35,625	a_2_2_1	9,5	a_3_1_1	37,125	a_3_2_1	9,9	a_4_1_1	49,5	a_4_2_1	13,2
a_1_1_2	0	a_1_2_2	10	a_2_1_2	0	a_2_2_2	10	a_3_1_2	0	a_3_2_2	10	a_4_1_2	0	a_4_2_2	10
a_1_1_3	0	a_1_2_3	1	a_2_1_3	0	a_2_2_3	1	a_3_1_3	0	a_3_2_3	1	a_4_1_3	0	a_4_2_3	1
															t viagem
															t espera
															custo

F. Utilidade (U_rs_m)				
U11	-66,93	U12	-31,15	Linha 1
U21	-69,11	U22	-31,73	Linha 2
U31	-72,02	U32	-32,51	Linha 3
U41	-96,03	U42	-38,91	Linha 4
Convenc		Misto		

FLUXO DE PASSAGEIROS (F_RS_M)				
F11	2E-13	F12	623	Linha 1
F21	7E-14	F22	1245	Linha 2
F31	2E-14	F32	3112	Linha 3
F41	2E-22	F42	1245	Linha 4
Convenc		Misto		

Numero de Viagens			
t espera	N viag por h	N viag dia	(6-22h)
10	6	108	

Cap Veic.	50
-----------	----

Custo Fixo	691
------------	-----

Custo Var.	5,93
------------	------

T Viagem	
Linha 1	9,2
Linha 2	9,5
Linha 3	9,9
Linha 4	13,2

N. Veic.	
Linha 1	1,84
Linha 2	1,9
Linha 3	1,98
Linha 4	2,64

2
2
2
3

(Eq 7)

Cap*N	Fluxo
5400	623
5400	1245
5400	3112
5400	1245

OK Linha 1 0
OK Linha 2 0
OK Linha 3 0
OK Linha 4 0

Viagens		Viagens/h		N. Veic Extra	
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

-4777
-4155
-2288
-4155

Viabilidade Econômica - Empresa			
	1º som	2º som	3º som
	F*TR	CV*d*N	CF*NV
Linha 1	623	2946	1382
Linha 2	1245	3042,1	1382
Linha 3	3112	3170,2	1382
Linha 4	1245	4226,9	2073
Total	6225	13385	6219

LUCRO	-13.379
-------	---------

CENÁRIO 6

		DEMANDA				
t espera	custo	D. Total	D. Linha 1	D. Linha 2	D. Linha 3	D. Linha 4
10	2	55	9	12	20	14
	%	0,203	0,033	0,044	0,074	0,051
	* 56000	11407	1866,7	2488,9	4148,1	2903,7
	Arredond	11408	1867	2489	4149	2904

beta_i	Coef.
beta_1	-1,94
beta_2	-1,08
beta_3	-2,5

KM	
Linha 1	4,6
Linha 2	4,75
Linha 3	4,95
Linha 4	6,6

VEL	(km/h)	(km/min)
Modal 1	4	0,0667
Modal 2	15	0,25

a_rs_m_i																
a_1_m_i				a_2_m_i				a_3_m_i				a_4_m_i				
a_1_1_i	Val. Atrib.	a_1_2_i	Val. Atrib.	a_2_1_i	Val. Atrib.	a_2_2_i	Val. Atrib.	a_3_1_i	Val. Atrib.	a_3_2_i	Val. Atrib.	a_4_1_i	Val. Atrib.	a_4_2_i		Val. Atrib.
a_1_1_1	34,5	a_1_2_1	9,2	a_2_1_1	35,625	a_2_2_1	9,5	a_3_1_1	37,125	a_3_2_1	9,9	a_4_1_1	49,5	a_4_2_1		13,2
a_1_1_2	0	a_1_2_2	10	a_2_1_2	0	a_2_2_2	10	a_3_1_2	0	a_3_2_2	10	a_4_1_2	0	a_4_2_2	10	t espera
a_1_1_3	0	a_1_2_3	2	a_2_1_3	0	a_2_2_3	2	a_3_1_3	0	a_3_2_3	2	a_4_1_3	0	a_4_2_3	2	custo

F. Utilidade (U_rs_m)				
U11	-66,93	U12	-33,65	Linha 1
U21	-69,11	U22	-34,23	Linha 2
U31	-72,02	U32	-35,01	Linha 3
U41	-96,03	U42	-41,41	Linha 4

Convenc

Misto

FLUXO DE PASSAGEIROS (F_RS_M)				
F11	7E-12	F12	1867	Linha 1
F21	2E-12	F22	2489	Linha 2
F31	3E-13	F32	4149	Linha 3
F41	6E-21	F42	2904	Linha 4
Convenc		Misto		

Numero de Viagens			(6-22h)
t espera	N viag por h	N viag dia	
10	6	108	

Cap Veic.	50
--------------	----

Custo Fixo	691
---------------	-----

Custo Var.	5,93
---------------	------

T Viagem	
Linha 1	9,2
Linha 2	9,5
Linha 3	9,9
Linha 4	13,2

N. Veic.		
Linha 1	1,84	2
Linha 2	1,9	2
Linha 3	1,98	2
Linha 4	2,64	3

(Eq 7)

Cap*N	Fluxo			
5400	1867	OK	Linha 1	0
5400	2489	OK	Linha 2	0
5400	4149	OK	Linha 3	0
5400	2904	OK	Linha 4	0

Viagens		Viagens/h		N. Veic Extra	
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

-3533
-2911
-1251
-2496

Viabilidade Econômica - Empresa			
	1º som	2º som	3º som
	F*TR	CV*d*N	CF*NV
Linha 1	3734	2946	1382
Linha 2	4978	3042,1	1382
Linha 3	8298	3170,2	1382
Linha 4	5808	4226,9	2073
Total	22818	13385	6219

LUCRO	3214
-------	------

CENÁRIO 7

		DEMANDA				
t espera	custo	D. Total	D. Linha 1	D. Linha 2	D. Linha 3	D. Linha 4
15	0,5	43	6	8	18	11
	%	0,15926	0,02222	0,02296	0,0666	0,0407
	* 56000	8918,5	1244,4	1659,3	3733,3	2281,5
	Arredond	8919	1245	1660	3734	2282

beta_i	Coef.
beta_1	-1,94
beta_2	-1,08
beta_3	-2,5

KM	
Linha 1	4,6
Linha 2	4,75
Linha 3	4,95
Linha 4	6,6

VEL	(km/h)	(km/min)
Modal 1	4	0,0667
Modal 2	15	0,25

a_rs_m_i																
a_1_m_i				a_2_m_i				a_3_m_i				a_4_m_i				
a_1_1_i	Val. Atrib.	a_1_2_i	Val. Atrib.	a_2_1_i	Val. Atrib.	a_2_2_i	Val. Atrib.	a_3_1_i	Val. Atrib.	a_3_2_i	Val. Atrib.	a_4_1_i	Val. Atrib.	a_4_2_i	Val. Atrib.	
a_1_1_1	34,5	a_1_2_1	9,2	a_2_1_1	35,625	a_2_2_1	9,5	a_3_1_1	37,125	a_3_2_1	9,9	a_4_1_1	49,5	a_4_2_1	13,2	t viagem
a_1_1_2	0	a_1_2_2	15	a_2_1_2	0	a_2_2_2	15	a_3_1_2	0	a_3_2_2	15	a_4_1_2	0	a_4_2_2	15	t espera
a_1_1_3	0	a_1_2_3	0,5	a_2_1_3	0	a_2_2_3	0,5	a_3_1_3	0	a_3_2_3	0,5	a_4_1_3	0	a_4_2_3	0,5	custo

F. Utilidade (U_rs_m)				
U11	-66,93	U12	-35,3	Linha 1
U21	-69,11	U22	-35,88	Linha 2
U31	-72,02	U32	-36,66	Linha 3
U41	-96,03	U42	-43,06	Linha 4
Convenc		Misto		

FLUXO DE PASSAGEIROS (F_RS_M)				
F11	2E-11	F12	1245	Linha 1
F21	6E-12	F22	1660	Linha 2
F31	2E-12	F32	3734	Linha 3
F41	2E-20	F42	2282	Linha 4
Convenc		Misto		

Numero de Viagens		
t espera	N viag por h	N viag dia
15	4	72

(6-22h)

Cap Veic.	50
-----------	----

Custo Fixo	691
------------	-----

Custo Var.	5,93
------------	------

T Viagem	
Linha 1	9,2
Linha 2	9,5
Linha 3	9,9
Linha 4	13,2

N. Veic.	
Linha 1	1,2267
Linha 2	1,2667
Linha 3	1,32
Linha 4	1,76

2
2
2
2

(Eq 7)

Cap*N	Fluxo				Viagens		Viagens/h		N. Veic Extra		
3600	1245	OK	Linha 1	0	0	0	0	0	0	0	-2355
3600	1660	OK	Linha 2	0	0	0	0	0	0	0	-1940
3600	3734	ERRO	Linha 3	134	2,68	3	0,1667	1	0,33	1	134
3600	2282	OK	Linha 4	0	0	0	0	0	0	0	-1318

Viabilidade Econômica - Empresa			
	1º som	2º som	3º som
	F*TR	CV*d*N	CF*NV
Linha 1	622,5	1964	1382
Linha 2	830	2028,1	1382
Linha 3	1867	2201,5	2073
Linha 4	1141	2817,9	1382
Total	4460,5	9011,5	6219

LUCRO	-10.770
-------	---------

CENÁRIO 8

		DEMANDA				
t espera	custo	D. Total	D. Linha 1	D. Linha 2	D. Linha 3	D. Linha 4
15	1	39	6	8	15	10
	%	0,14444	0,02222	0,0296	0,0555	0,03704
	* 56000	8088,9	1244,4	1659,3	3111,1	2074,1
	Arredond	8089	1245	1660	3112	2075

beta_i	Coef.
beta_1	-1,94
beta_2	-1,08
beta_3	-2,5

KM	
Linha 1	4,6
Linha 2	4,75
Linha 3	4,95
Linha 4	6,6

VEL	(km/h)	(km/min)
Modal 1	4	0,0667
Modal 2	15	0,25

a_rs_m_i															
a_1_m_i				a_2_m_i				a_3_m_i				a_4_m_i			
a_1_1_i	Val. Atrib.	a_1_2_i	Val. Atrib.	a_2_1_i	Val. Atrib.	a_2_2_i	Val. Atrib.	a_3_1_i	Val. Atrib.	a_3_2_i	Val. Atrib.	a_4_1_i	Val. Atrib.	a_4_2_i	Val. Atrib.
a_1_1_1	34,5	a_1_2_1	9,2	a_2_1_1	35,625	a_2_2_1	9,5	a_3_1_1	37,125	a_3_2_1	9,9	a_4_1_1	49,5	a_4_2_1	13,2
a_1_1_2	0	a_1_2_2	15	a_2_1_2	0	a_2_2_2	15	a_3_1_2	0	a_3_2_2	15	a_4_1_2	0	a_4_2_2	15
a_1_1_3	0	a_1_2_3	1	a_2_1_3	0	a_2_2_3	1	a_3_1_3	0	a_3_2_3	1	a_4_1_3	0	a_4_2_3	1
															t viagem
															t espera
															custo

F. Utilidade (U_rs_m)				
U11	-66,93	U12	-36,55	Linha 1
U21	-69,11	U22	-37,13	Linha 2
U31	-72,02	U32	-37,91	Linha 3
U41	-96,03	U42	-44,31	Linha 4

Convenc

Misto

FLUXO DE PASSAGEIROS (F_RS_M)				
F11	8E-11	F12	1245	Linha 1
F21	2E-11	F22	1660	Linha 2
F31	5E-12	F32	3112	Linha 3
F41	7E-20	F42	2075	Linha 4

Convenc

Misto

Numero de Viagens		
t espera	N viag por h	N viag dia
15	4	72

(6-22h)

Cap Veic.	50
--------------	----

Custo Fixo	691
---------------	-----

Custo Var.	5,93
---------------	------

T Viagem	
Linha 1	9,2
Linha 2	9,5
Linha 3	9,9
Linha 4	13,2

N. Veic.	
Linha 1	1,2267
Linha 2	1,2667
Linha 3	1,32
Linha 4	1,76

2

2

2

2

(Eq 7)

Cap*N	Fluxo
3600	1245
3600	1660
3600	3112
3600	2075

OK Linha 1 0
OK Linha 2 0
OK Linha 3 0
OK Linha 4 0

Viagens		Viagens/h		N. Veic Extra	
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

-2355
-1940
-488
-1525

Viabilidade Econômica - Empresa			
	1º som	2º som	3º som
	F*TR	CV*d*N	CF*NV
Linha 1	1245	1964	1382
Linha 2	1660	2028,1	1382
Linha 3	3112	2113,5	1382
Linha 4	2075	2817,9	1382
Total	8092	8923,5	5528

F. Utilidade (U_rs_m)				
U11	-66,93	U12	-39,05	Linha 1
U21	-69,11	U22	-39,63	Linha 2
U31	-72,02	U32	-40,41	Linha 3
U41	-96,03	U42	-46,81	Linha 4
Convenc		Misto		

FLUXO DE PASSAGEIROS (F_RS_M)				
F11	8E-10	F12	1038	Linha 1
F21	2E-10	F22	1038	Linha 2
F31	2E-11	F32	1038	Linha 3
F41	4E-19	F42	1038	Linha 4
Convenc		Misto		

Numero de Viagens		
t espera	N viag por h	N viag dia
15	4	72

(6-22h)

Cap Veic.	50
Custo Fixo	691

T Viagem	
Linha 1	9,2
Linha 2	9,5
Linha 3	9,9

N. Veic.	
Linha 1	1,2267
Linha 2	1,2667
Linha 3	1,32

2
2
2

Custo Var.	5,93
------------	------

Linha 4	13,2
---------	------

Linha 4	1,76	2
---------	------	---

(Eq 7)

Cap*N	Fluxo
3600	1038
3600	1038
3600	1038
3600	1038

OK	Linha 1	0
OK	Linha 2	0
OK	Linha 3	0
OK	Linha 4	0

Viagens		Viagens/h		N. Veic Extra	
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

-2562
-2562
-2562
-2562

Viabilidade Econômica - Empresa			
	1º som	2º som	3º som
	F*TR	CV*d*N	CF*NV
Linha 1	2076	1964	1382
Linha 2	2076	2028,1	1382
Linha 3	2076	2113,5	1382
Linha 4	2076	2817,9	1382
Total	8304	8923,5	5528

LUCRO	-6.147,50
-------	-----------